

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA
FACOLTA' DI INGEGNERIA
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

**DOTTORATO DI RICERCA IN "INGEGNERIA EDILIZIA E TERRITORIALE"
XIX CICLO**

**Coordinatore
Prof. A. Dell'Acqua**

SOSTENIBILITÀ DELLO SPAZIO URBANO E GESTIONE DEI RIFIUTI

Dottorando: Elena Cossu

Relatori: Prof. Vittorio Pollini

Prof. Alberto Corlaita

ANNO ACCADEMICO 2005-2006

settore scientifico disciplinare ICAR 20 - Tecnica e pianificazione urbanistica

INDICE

Premessa	i
1. IL PROBLEMA RIFIUTI	5
1.1 Aspetti generali	5
1.2 Obiettivi della tesi	7
2. IL CONCETTO DI SOSTENIBILITA' AMBIENTALE	9
2.1 Premessa	9
2.2 Sulla nozione di sostenibilità	10
2.3 La razionalità del comportamento ambientalmente sostenibile	10
2.3.1 Alcuni elementari principi etici	10
2.3.2 Principi di razionalità del comportamento sostenibile	11
2.3.3 Il prerequisito dell'efficienza economica	12
2.3.4 Il requisito della sostenibilità ecologica	14
2.3.5 Il requisito della sostenibilità culturale	15
2.3.6 Il requisito dell'equità	16
2.4 La sostenibilità ambientale: un problema di sub-ottimizzazione	16
2.5 Valutazioni ambientali: procedure formali e processi decisionali effettivi	17
3. LA NORMATIVA	20
3.1 La politica di gestione dei rifiuti nella Comunità Europea e la Normativa Italiana	20
3.2 La direttiva 99/31/CE	21
3.2.1 Classificazione delle discariche	22
3.2.2 Criteri di ammissibilità dei rifiuti nelle varie classi di discarica	24
3.2.3 Requisiti generali per le categorie di discarica	26
3.3 La normativa italiana	29
3.4 Il sistema integrato di gestione dei rifiuti	32

3.5	Il recupero di materia dei rifiuti urbani	34
4.	LA RACCOLTA DIFFERENZIATA NELLO SPAZIO URBANO	38
4.1	La raccolta differenziata: generalità	38
4.2	I dati sulla raccolta differenziata	40
4.3	Come si svolge la raccolta differenziata	43
4.4	La raccolta differenziata nelle aree residenziali: modalità e problematiche connesse	47
4.5	La raccolta differenziata nei centri urbani e nei centri storici	48
4.6	La raccolta differenziata nelle nuove aree residenziali	49
4.7	Considerazioni riassuntive sulle problematiche generali	50
5.	ANALISI DELLE METODOLOGIE ALTERNATIVE	53
5.1	Premessa	53
5.2	La raccolta pneumatica dei rifiuti	53
	5.2.1 Sistema fisso	56
	5.2.2 Sistema mobile	59
5.3	Cassonetti a scomparsa	60
	5.3.1 Descrizione tecnica	61
5.4	I bancomat per i rifiuti	62
5.5	Considerazioni riassuntive sulle metodologie alternative studiate	63
6	LA RACCOLTA PNEUMATICA DEI RIFIUTI	66
6.1	La raccolta pneumatica come alternativa sostenibile?	66
6.2	Descrizione generale del sistema di raccolta pneumatica dei rifiuti solidi urbani: premessa	66
6.3	Introduzione al sistema	68
6.4	Descrizione tecnica del sistema di raccolta pneumatica	70
6.5	Centrale di raccolta dei rifiuti	71
	6.5.1 Componenti principali	71
	6.5.1.1 Turbo estrattori	71
	6.5.1.2 Cicloni	72

6.5.1.3	Separatore rotativo dei rifiuti	73
6.5.1.4	Compattatori dei rifiuti	74
6.5.1.5	Sistema "F"	75
6.5.1.6	Valvole diversificatrici	76
6.5.1.7	Container	78
6.5.1.8	Carro-ponte	79
6.5.1.9	Sala filtri	81
6.5.2	Componenti ausiliari	82
6.5.2.1	Dispositivo di controllo della velocità dell'aria	82
6.5.2.2	Sistema di aria compressa	82
6.5.2.3	Valvola di anti-ritorno	84
6.5.2.4	Valvola di sezionamento	84
6.5.3	Tubi e condotte all'interno della centrale	84
6.5.3.1	Condotte di trasporto dei rifiuti	84
6.5.4	Sistema di controllo	86
6.5.4.1	Pannello centrale di controllo	86
6.5.4.2	Pannello di controllo dei motori	86
6.5.4.3	Sistema SCADA	87
6.6	Rete condotte principali sotto il suolo pubblico	87
6.6.1	Tubi retti	90
6.6.1.1	Tubi normali	90
6.6.2	Curve	90
6.6.2.1	Curve normali	90
6.6.2.2	Raccordi a gomito	90
6.6.2.3	Gomiti in Ni-Hard	91
6.6.3	Diramazioni	91
6.6.4	Valvole di sezionamento	91
6.6.5	Cavi elettrici	91
6.6.6	Tubi per l'aria compressa	92
6.7	Punti di conferimento	92
6.7.1	Valvole dei rifiuti	92
6.7.2	Tubi verticali	94

6.7.3	Valvole d'aria	95
6.7.4	Chiusini domestici per il conferimento	96
6.7.5	Chiusini per il conferimento commerciali	96
6.8	Funzionamento	98
6.8.1	Processo di raccolta per orario	99
6.8.2	Processo di raccolta per livelli	101
7.	CASI STUDIO: STATO DELL'ARTE	97
7.1	Introduzione	103
7.2	Zone residenziali	106
7.2.1	Casi studio	106
7.3	Centri storici	156
7.3.1	Casi studio	156
7.4	Nuovi centri urbani	169
7.4.1	Casi studio	169
7.5	Attività, terziario e casi particolari	177
7.5.1	Casi studio	177
8.	ANALISI ARCHITETTONICA DEGLI ELEMENTI	189
8.1	Gli elementi architettonici del sistema	189
8.2	La stazione di raccolta dei rifiuti	189
8.2.1	Tipi di centrali di raccolta	191
8.2.2	Tipi di colonne di conferimento dei rifiuti	194
9	CONSIDERAZIONI SUL TERRITORIO E SULL'INTEGRAZIONE NEL TESSUTO URBANO	198
9.1	Piani strategici e immagine della città	198
9.2	I temi e gli assi strategici ricorrenti nelle esperienze italiane	201
9.3	Valutazione della compatibilità ambientale del progetto	203
9.4	Prospettiva sostenibile di rigenerazione del progetto di città e del territorio	203
9.5	I requisiti progettuali come criteri per la valutazione	206

9.6	La “contestualizzazione” attraverso la costruzione orientata della geografia ambientale	207
9.7	Una nuova pianificazione del territorio	208
9.8	Problematiche e punti di studio	209
9.9	Paesaggio e territorio	212
9.10	L’uso del territorio	213
9.11	L’analisi del territorio	214
9.12	La progettazione della trasformazione del territorio	216
9.13	Descrizione dell’ambiente locale	217
9.14	L’importanza del progetto ambientale	219
9.15	Analisi di fattibilità	222
10.	SOSTENIBILITÀ ECONOMICA/INDICATORI	224
10.1	Premessa	224
10.2	Generalità	224
10.3	La qualità dell’ambiente urbano. Approcci qualitativi	227
10.4	Valutare i sistemi e valutare le politiche	231
10.5	I criteri per costruire buoni indicatori	232
10.6	Indicatori di sostenibilità e programmazione locale	233
11.	APPLICAZIONE SPERIMENTALE ALLA CITTÀ DI SASSARI	235
11.1	Analisi di fattibilità	235
11.2	Proposta progettuale	235
11.3	La raccolta differenziata nella città di Sassari	236
11.4	Pianificazione e dimensionamento del sistema pneumatico per Sassari	241
11.5	Valutazione economica per la progettazione del sistema	247
	BIBLIOGRAFIA	250

Premessa

*La mia attività di ricerca nel triennio del dottorato è iniziata proponendo uno studio sull'Architettura delle grandi opere per l'Ingegneria Ambientale e per i nuovi sistemi di raccolta dei rifiuti. Questo tema prevedeva quindi uno studio architettonico e urbanistico applicato alla pianificazione e ai criteri di progettazione delle discariche, degli impianti di trattamento delle acque, degli impianti di incenerimento, e dei sistemi di raccolta pneumatica dei rifiuti nelle città. La vastità della tematica proposta, l'interesse scaturito per uno dei settori di studio in particolare, e la possibilità di una applicazione sperimentale della mia ricerca, mi hanno portato, successivamente, ad indirizzare il tema verso un argomento più specifico, finalizzando il dottorato allo studio approfondito della **"Sostenibilità dello spazio urbano e gestione dei rifiuti"**.*

Se in passato tali argomenti rientravano tra gli aspetti tecnici di pertinenza prevalente dell'Ingegneria Sanitaria, oggi la necessità di inserire gli interventi di gestione e raccolta dei rifiuti in una pianificazione urbana relazionata sia con il territorio che con il tessuto urbano richiede una attività progettuale integrata diventando campo d'azione dell'Ingegneria Civile, Edile e Architettonica e dell'Urbanistica.

Gli aspetti da tenere in considerazione sono legati alle condizioni ambientali, alla struttura dello spazio urbano, alle tecnologie utilizzabili per minimizzare gli impatti e le problematiche, alla organizzazione del territorio in generale per il ruolo assunto dai sistemi di raccolta all'interno del contesto considerato e al potenziale valore scientifico della trasformazione indotta dall'inserimento di un sistema di raccolta e riciclaggio dei rifiuti in relazione alle caratteristiche del paesaggio urbano.

Tali attività comportano ovviamente una forte interrelazione disciplinare e quindi per la mia attività di tesi mi sono valsa anche delle conoscenze acquisite presso l'Università di Cagliari e di Padova nel campo dell'Ingegneria Sanitaria, dell'Architettura e della Pianificazione Territoriale, interagendo con diversi gruppi di lavoro.

1 IL PROBLEMA RIFIUTI

1.1 Aspetti generali

La gestione dei rifiuti solidi urbani da sempre configura una forte interrelazione tra tecnologia, ambiente, territorio e società che si ripercuote sulla qualità dello spazio urbano e sulla qualità della vita di una comunità insediata.

In passato questa interrelazione, pur in presenza di una povertà di tecnologie di smaltimento, era mascherata dalla piccola scala degli interventi, da una bassa densità demografica, da una bassa mobilità della popolazione, da una limitata (quando non assente) sensibilità ambientale.

La forma di smaltimento più diffusa era rappresentata dalla discarica incontrollata, monocomunale, ubicata in un luogo sufficientemente distante dall'abitato così da non avvertirne la presenza ("lontano dagli occhi, lontano dal cuore").

Dagli anni '60 in poi questa interrelazione si è progressivamente intensificata. Lo sviluppo economico e demografico ha portato sotto gli occhi di tutti i problemi territoriali ed ambientali della gestione dei rifiuti, complice anche l'uso massivo dell'auto che ha comportato una crescente mobilità, la possibilità di un contatto diffuso con il territorio ed uno sfruttamento di massa delle risorse ambientali. Di pari passo è cresciuta la sensibilità per l'ambiente e la sua tutela.

I criteri di gestione e le tecnologie di smaltimento, parallelamente, si sono sviluppati proprio con l'obiettivo principale di ridurre l'impatto sull'ambiente ed il territorio, con un approccio ai problemi sempre più integrato tra le diverse entità di cui si è detto.

Oggi la gestione dei rifiuti si basa su una gerarchia di interventi che combina prevenzione con recupero di materiali e di energia e con un limitato ricorso al deposito dei rifiuti sul terreno.

Le tecnologie di smaltimento sono sofisticate e comportano rilevanti investimenti, la gran parte dei quali proprio indirizzati alle misure di protezione ambientale.

La società è fortemente ed attivamente coinvolta da un punto di vista sia tecnico (il cittadino, ad esempio, attraverso la raccolta differenziata è l'attore primo nel recupero dei materiali dai rifiuti), sia economico, con il pagamento di tariffe di smaltimento via via più onerose.

L'ambiente richiede una tutela basata sul principio della sostenibilità. Cioè la produzione di residui e l'immissione di contaminanti nei diversi comparti (acqua, aria, suolo) deve essere controllata dalla attuale generazione in modo tale da non pregiudicare la qualità delle risorse ambientali e la loro fruibilità per le generazioni future.

Il territorio oggi non offre più spazi residui, "lontano dagli occhi e lontano dal cuore", da destinare allo smaltimento dei rifiuti ma richiede che la gestione di questi rientri all'interno di una pianificazione complessiva che metta in relazione tra loro le diverse componenti del territorio, in un processo sostenibile che abbia come obiettivi la qualità dello spazio urbano e dello spazio utile per la vita di una comunità organizzata.

L'atto pianificatorio connesso alla gestione ed alla realizzazione degli impianti di smaltimento deve essere una attività progettuale che contribuisce al disegno del territorio integrandosi nelle strutture della forma urbana (intesa come l'insieme dei luoghi rispetto ai quali la comunità manifesta attenzione) e non deve essere solo conseguenza di esclusioni di mascheramenti o di forzature dettate dall'emergenza.

L'atto pianificatorio, inoltre, deve tendere all'acquisizione del consenso contestualmente alle scelte decisive e, comunque, preliminarmente alla localizzazione degli interventi. Il consenso non va ricercato a posteriori quando in presenza di una opposizione organizzata da parte delle popolazioni interessate.

1.2 Obiettivi della tesi

Attualmente nella maggior parte delle città, la raccolta dei rifiuti solidi urbani viene ancora effettuata con una metodologia che poco si discosta da quella praticata nel secolo scorso. I mezzi con cui si realizza sono certamente più moderni ma il principio è sostanzialmente invariato: la raccolta avviene manualmente col sistema tradizionale in cui i camion della nettezza urbana raccolgono i rifiuti prodotti nei diversi punti della città muovendosi all'interno della maglia urbana.

Tali veicoli, opportunamente equipaggiati con container e compattatori, si muovono lungo le strade, in differenti fasce orarie, creando problemi ben noti a tutti. La raccolta dei rifiuti tradizionale infatti, ha una serie di conseguenze negative in termini di degrado urbano, spreco di spazi pubblici, inquinamento in senso stretto, inquinamento acustico, inquinamento visivo (impatto), intasamento del traffico veicolare, problemi igienici (per l'utente come per il lavoratore del settore).

Fin a poco tempo fa venivano applicati solo i metodi convenzionali, che non hanno avuto una grande evoluzione negli ultimi secoli: i rifiuti vengono depositati dagli utenti nei cassonetti (che con le nuove leggi sulla raccolta differenziata richiedono spazi sempre maggiori), vengono raccolti da camion speciali e trasportati il più lontano possibile al luogo di trattamento finale. In alcune città, seppur altamente sviluppate, i rifiuti vengono addirittura abbandonati lungo le strade, (in assenza di spazi idonei al passaggio dei veicoli pesanti) creando non pochi disagi ai cittadini.

Molti paesi, tra i quali emerge la Spagna, stanno sperimentando con ottimi risultati il metodo della raccolta pneumatica sotterranea, che si configura come una possibile e valida alternativa al sistema impiegato fino ad ora per affrontare gli aspetti negativi ad esso correlati.

L'obiettivo del presente lavoro di tesi è quello di studiare le alternative alla raccolta dei rifiuti tradizionale che, allo stato dei fatti, non si può definire sostenibile, né per la città, né per il cittadino; pertanto dopo una introduzione di carattere bibliografico sulla normativa della gestione dei rifiuti, sui concetti

più generali di sostenibilità e sulle modalità di raccolta e riciclaggio che interessano lo spazio urbano, presenta le metodologie alternative e identifica nella raccolta pneumatica sotterranea dei rifiuti una valida alternativa; il lavoro ha previsto una accurata analisi dello stato dell'arte, illustra le peculiarità di ciascun caso studio analizzato, riporta e discute i risultati ottenuti; analizza gli aspetti progettuali, affronta il tema della sostenibilità economica e alla luce di quanto detto, cala nella realtà di un nuovo caso di specie tutti i principi di pianificazione territoriale delineati durante la ricerca. Il caso individuato riguarda il centro storico della città di Sassari, nel quale il sistema di raccolta pneumatica si integra con un progetto di riqualificazione urbana di più ampio respiro.

2 IL CONCETTO DI SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

2.1 Premessa

Da quando il rapporto Bruntland (WCED 1987), ha posto, per la prima volta il problema della sostenibilità dello sviluppo, la parola “sostenibilità” ha riscosso un crescente successo entrando nel linguaggio corrente.

Come sempre però, quando l’uso di una parola si diffonde e finisce col comparire in una grande quantità di contesti discorsivi ed eterogenei, il suo significato tende ad assumere significati sempre più vaghi, quando non addirittura contraddittori.

Diventa pertanto di grande importanza, darne un’interpretazione dai contorni il più possibile precisi, sapendo che essa è come le altre ampiamente discutibile; il tentativo di tracciare confini netti risponde soltanto al bisogno di recuperare una maggior chiarezza nel discorso che sta crescendo intorno alla sostenibilità, nella convinzione che la vaghezza, l’imprecisione e spesso, l’abuso della parola, non siano di giovamento alla corretta messa in pratica del principio della sostenibilità.

Peraltro, questa tendenza all’esattezza e all’operatività sta ormai caratterizzando la letteratura scientifica in materia, come testimonia l’impegno che le principali agenzie internazionali stanno approfondendo sulla ricerca degli indicatori della sostenibilità tesi a rendere operativa la definizione della medesima.

2.2 Sulla nozione di sostenibilità

2.2.1 L'origine: la sostenibilità ecologica dello sviluppo economico

“Per sviluppo sostenibile si intende uno sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri”.

Con questa frase il rapporto Brundtland (WECD 1988, pag. 71) introduceva il concetto di sostenibilità. La definizione di sostenibilità, dunque, è nella sostanza un enunciato etico; prima di essa l'etica si era interessata alle regole di comportamento tra contemporanei; dopo di essa si è cominciato a ragionare sulle regole di comportamento che una generazione deve tenere nei confronti di quelle che non ci sono ancora e compariranno in un futuro anche molto lontano: con essa si è affermato il concetto di equità intergenerazionale.

Dunque, ciò che deve risultare sostenibile sul lungo periodo è lo sviluppo economico: ma che cosa lo deve “sostenere”? In proposito la risposta del Rapporto Brundtland non lascia adito a dubbi: lo sviluppo deve risultare sostenibile “da parte degli ecosistemi del pianeta e della sua base di risorse naturali (pag. 266). Pertanto, quando parliamo di sostenibilità intendiamo riferirci innanzitutto, alla sostenibilità ecologica dello sviluppo economico, sia a livello globale dell'ecosfera che a livello locale dei singoli ecosistemi e del patrimonio di naturalità dei diversi territori

2.3 La razionalità del comportamento ambientalmente sostenibile

2.3.1 Alcuni elementari principi etici

Si è visto che parlare di sostenibilità equivale a definire quelle regole di comportamento che rispondono al requisito dell'equità intergenerazionale.

Per il vero, nell'accezione originaria del Rapporto Bruntland, il principio etico della sostenibilità si estende anche ai rapporti tra contemporanei. Infatti "uno sviluppo sostenibile esige che siano soddisfatti i bisogni primari di tutti e che sia estesa a tutti la possibilità di dare realtà alle proprie aspirazioni ad una vita migliore (WCED 1988, p.72). La nozione di sostenibilità è, nella sostanza, un'aspirazione verso un crescente grado di equità sincronica e diacronica.

Il problema dell'equità è imposto dalla natura stessa degli impatti ambientali, infatti essi sono, per loro natura, produttori di iniquità: impatti positivi e impatti negativi si distribuiscono diversamente sia all'interno della società (tra gruppi sociali e tra individui), sia nello spazio (tra regioni e aree geografiche), sia infine nel tempo (tra generazioni). Poiché il danno subito da un soggetto non può essere compensato dal beneficio goduto da un altro, il prodursi di impatti ambientali, al seguito di una attività economica, pone un problema di conflitto di interessi e di equa soluzione del medesimo.

Al di fuori di una linea di equità non esiste una definizione accettabile di sostenibilità. Questo principio deve regolare i rapporti tra Stati, in primo luogo tra Paesi sviluppati e tra Paesi in via di sviluppo, tra regioni, tra gruppi sociali, tra individui e tra generazioni.

L'equità è un aspetto troppo spesso trascurato nei correnti discorsi sulla sostenibilità, mentre invece esso è di importanza centrale: in assenza di equità vien meno il requisito della sostenibilità.

2.3.2 *Principi di razionalità del comportamento sostenibile*

Il problema della sostenibilità diventa allora quello di definire i criteri che devono orientare il comportamento ambientalmente sostenibile: è possibile definire in termini razionali questi criteri? E' possibile definire la razionalità del comportamento economico ambientalmente sostenibile?

Si è visto che la sostenibilità degli impatti ambientali, conseguenti all'attività economica, mette contemporaneamente il gioco almeno quattro

questioni: in primo luogo l'economia stessa, il cui funzionamento deve essere reso ambientalmente compatibile; in secondo luogo la vita che rischia di essere il bersaglio finale di impatti distruttivi; quindi, il patrimonio di memoria e di paesaggio, che un'attività economica deregolata rischia di cancellare irreparabilmente; infine vi è la questione etica derivante dall'inequiva distribuzione degli impatti ambientali. E' con riferimento a queste diverse questioni che occorre definire i criteri del comportamento ambientalmente sostenibile.

2.3.3 Il prerequisito dell'efficienza economica

Cominciamo dagli aspetti economici. Innanzitutto vi è un criterio di razionalità interno allo stesso agire economico, che vuole che il bilancio tra i benefici e i costi sia positivo. Più precisamente, l'obiettivo che un'azione economica in quanto tale, deve porsi, è di massimizzare i benefici in modo che questi siano superiori ai costi, tenendo conto delle risorse disponibili e dei possibili impieghi alternativi delle medesime: è questo appunto il requisito dell'efficienza economica.

La valutazione dell'efficienza economica può avvenire da due diversi punti di vista: il primo di tipo privatistico, il secondo di tipo sociale. Queste due ottiche portano a risultati che raramente coincidono: infatti nella prima ottica si considerano solo i costi e i benefici economici (cioè misurabili monetariamente), che gravano sul soggetto che intraprende l'azione; in tal modo si finisce col trascurare tutti quei costi e benefici economici che riguardano indirettamente gli altri soggetti. Infatti ogni operazione economica produce quegli effetti che gli economisti chiamano "esternalità economiche", (costituite appunto da economie e diseconomie esterne), che il singolo operatore non prende in considerazione, in quanto ininfluenti sul proprio bilancio ma che si riversano sugli altri operatori sottoforma di vantaggi o svantaggi economici indiretti.

Gli esempi che si possono fare, a tal proposito, sono innumerevoli: un caso può essere rappresentato dall'esternalità negativa consistente

nell'abbassamento del valore fondiario di aree residenziali a seguito della costruzione, in prossimità delle medesime, di una nuova arteria autostradale; un altro può essere quello dell'esternalità positiva, consistente nell'innalzamento del valore fondiario di aree commerciali o industriali, che si vengano a trovare in prossimità degli svincoli dell'autostrada stessa.

Come si vede dagli esempi citati, le esternalità di cui si tratta in sede di analisi economica, sono solo quelle concernenti il valore economico, cioè misurabile monetariamente. Volendo pertanto valutare gli effetti economici che si riversano sul sistema costituito dal complesso dei soggetti economici, si dovranno considerare nel bilancio anche le economie e le diseconomie esterne, collocandosi in tal modo dal punto di vista dell'interesse sociale complessivo (Dorfmann, 1977): il soggetto economico, in quest'ottica, è il "sistema società".

Nella formazione di questo bilancio bisogna tener conto di quanto si è detto a proposito dell'inequiva distribuzione degli effetti economici, e del fatto che un beneficio goduto da un soggetto non può compensare il danno subito da un altro; pertanto nei costi da imputare nel bilancio occorre prevedere l'onere dell'equa compensazione dei danni, costituiti dalle diseconomie esterne.

Lo strumento metodologico basilare di questo bilancio è costituito dall'Analisi Costi/Benefici, la quale considera appunto come soggetto economico, la società nel suo insieme (Böjo, Måler, Unemo 1990). L'Analisi C/B non è tuttavia, l'unico strumento tecnico per la valutazione dell'efficienza economica; si dispone infatti, di una serie di tecniche, le quali sono però concettualmente riconducibili allo schema di ragionamento su cui si basa l'analisi C/B.

L'efficienza economica può essere considerata come il prerequisito della sostenibilità ambientale; ritenendo cioè ambientalmente insostenibili quelle azioni che, in quanto spreco economico, si configurano come un inutile accrescimento dell'entropia nel sistema ambientale.

Come si vede, la valutazione della sostenibilità ambientale, non può prescindere dalla valutazione economica; anzi, questa deve logicamente precedere ogni valutazione d'impatto ambientale, poiché qualora l'azione non fosse economicamente efficiente, dovrebbe essere automaticamente ritenuta ambientalmente insostenibile (Baumol, Oates, 1988).

2.3.4 Il requisito della sostenibilità ecologica

Sulla base di tali premesse si può passare alla considerazione degli aspetti ecologici.

Tra le esternalità prodotte dall'agire economico vi sono anche gli impatti ambientali sulla salute e sulla qualità della vita dell'uomo e delle altre specie viventi, cioè sulla biosfera. A differenza delle esternalità economiche, gli effetti di natura biologica, ed in particolare, quelli che riguardano la vita umana, non possono essere trattati all'interno di un bilancio economico, il quale richiede che le grandezze in gioco siano misurabili monetariamente: è del tutto evidente che la misura monetaria non è eticamente accettabile per valutare gli effetti sulla vita. Ne consegue che gli effetti sulla biosfera devono essere trattati al di fuori del bilancio economico e secondo criteri propri.

Per quanto concerne le possibili conseguenze sulla salute umana, il criterio base della sostenibilità è costituito dal rispetto delle soglie di ammissibilità dei vari tipi di rischio e di impatto. La questione è notoriamente una delle più spinose e controverse, tuttavia la fissazione delle soglie di ammissibilità, è un passo inevitabile se si vuole definire con un minimo di certezza, ciò che può essere ritenuto sostenibile dal punto di vista della sicurezza della salute umana, e ciò che invece deve essere ritenuto insostenibile in quanto comporta rischi che possono e devono essere evitati adottando opportuni accorgimenti.

Si può allora affermare che un comportamento razionale nei confronti del problema della salute umana è quello che cerca di

minimizzare impatti e rischi, nel vincolo comunque che gli impatti e i rischi residui non superino le soglie di ammissibilità.

Il problema del mantenimento di un buon livello di naturalità dell'ambiente pone la questione centrale, e forse anche la più controversa, della sostenibilità ecologica, ed evidenzia anche il problema del conflitto tra locale e globale, che è insito nella valutazione dell'impatto sulla natura (Turner, 1988). Infatti ogni azione locale, per quanto in termini assoluti possa essere considerata marginale, è parte di un processo cumulativo di azioni locali, che sul lungo periodo, possono determinare condizioni di insostenibilità ecologica di tipo globale.

Nel caso si propenda per un criterio di sostenibilità forte, si pone il problema della compensazione degli impatti sulla natura: occorre cioè attuare, in concomitanza dell'azione economica, interventi di rinaturalizzazione, che, aumentando il grado di naturalità dell'ambiente, compensino la perdita prodotta dall'azione stessa. In quest'ottica si può considerare ambientalmente sostenibile un'azione che compensi la perdita di naturalità (anche in riferimento ad uno spazio urbano), in modo tale che il bilancio di impatto ambientale sulla natura sia almeno a saldo nullo, assicurando in tal modo il mantenimento dello stock complessivo del patrimonio naturale.

2.3.5 Il requisito della sostenibilità culturale

Tra le esternalità prodotte dalla attività economica vi sono anche gli impatti ambientali che riguardano il territorio in quanto parte fondamentale della memoria e in quanto paesaggio.

Il perseguimento del requisito di sostenibilità ambientale, comporta, in questo caso il rispetto di alcune condizioni: in primo luogo la minimizzazione della cancellazione dei beni storico-culturali, che costituiscono il documento storico incorporato nel territorio; in secondo luogo la valorizzazione estetica del paesaggio.

Anche per la trasformazione del paesaggio storico si devono fissare alcuni vincoli invalicabili per considerare accettabile l'eventuale cancellazione dei suoi segni: occorre infatti, che questa non riguardi quelli che possono essere considerati come beni intangibili, quali sono in genere i beni culturali ambientali sottoposti a vincoli di tutela da parte di leggi e norme di vincolo.

2.3.6 *Il requisito dell'equità*

Occorre infine definire i requisiti a cui deve attenersi un comportamento rispettoso del principio di equità.

Anche nell'equità vi è un problema di efficienza, che può essere espresso nei seguenti termini: dal punto di vista dell'equità ciò che prioritariamente interessa è di minimizzare i danni, e poiché quando si modifica l'ambiente è inevitabile che qualche, seppur minimo danno, venga provocato, occorre aggiungere alla minimizzazione dei danni la condizione che quelli che inevitabilmente si producono, possano essere considerati accettabili, cioè trascurabili.

Nella misura in cui i danni causati superano la soglia dell'accettabilità occorre far in modo di compensarli.

2.4 La sostenibilità ambientale: un problema di sub-ottimizzazione

Il problema della sostenibilità ambientale è riconducibile ad un problema di "funzioni obiettivo" che devono essere ottimizzate (e per questo assumono la forma della massimizzazione quando si tratta di benefici e della minimizzazione quando si tratta di danni). Ogni funzione è sottoposta a vincoli che definiscono il campo di ammissibilità delle soluzioni: le soluzioni che non rispettano questi vincoli devono essere scartate.

Si può ancora osservare, che il problema, come sopra posto, si configura alla stregua di un problema di sub-ottimizzazione, costituito da

un insieme di funzioni obiettivo tra loro contrastanti. Infatti, di solito, la massimizzazione dell'efficienza economica entra in conflitto con la massimizzazione dell'efficienza biologica e della sostenibilità ecologica.

Peraltro, non si verifica quasi mai che il perseguimento degli obiettivi di natura ecologica corrisponda anche al perseguimento delle finalità di tutela e valorizzazione dei beni culturali e ambientali.

Nella pratica, ciò che occorre fare, è definire le diverse possibili soluzioni alternative, e di individuare quella che soddisfa nella misura massima possibile, le condizioni di sostenibilità ambientale; sapendo che è praticamente impossibile trovare la soluzione ottimale, cioè quella che rispettando i vincoli di ammissibilità ottimizza tutte le funzioni obiettivo.

Infatti, tra le alternative accettabili, ve ne saranno alcune più efficienti dal punto di vista economico, e meno da altri. Si disporrà cioè di un insieme di soluzioni alternative, che nella misura in cui rispettano i vincoli di ammissibilità, risultano tutte accettabili ma diversamente ottimizzate con riferimento ai requisiti economici, ecologici e culturali.

La scelta tra queste alternative è possibile solo sulla base di una struttura di preferenze che dipende dai valori di riferimento dei decisori e che consente di ponderare e rendere confrontabili requisiti così eterogenei come il valore economico, quello della vita e della cultura.

La soluzione di questo tipo di problema è appunto possibile tramite l'uso di metodi di ponderazione riconducibili alle tecniche multicriteri.

2.5 Valutazioni ambientali: procedure formali e processi decisionali effettivi

La valutazione di progetti e di piani per verificare se questi possiedano il requisito della sostenibilità ambientale è affidata alle procedure di valutazione ambientale. Più precisamente, per quanto concerne i progetti, la procedura è denominata "procedura di VIA", cioè Valutazione di Impatto Ambientale; mentre, per quanto concerne i piani o i programmi d'interesse

territoriale, la procedura prende il nome di “procedura di VAS”, cioè di Valutazione Ambientale Strategica.

Al momento la legislazione italiana disciplina solamente la procedura di VIA, ma nella pratica si vanno ormai diffondendo le valutazioni ambientali dei piani che prevedibilmente finiranno anch'esse per essere disciplinate da apposite leggi, considerato che la direttiva europea, che le impone, è di prossima approvazione.

Le leggi di VIA non si limitano a disciplinare le procedure amministrative, che regolano la valutazione e l'autorizzazione dei progetti, ma individuano anche i ruoli dei vari soggetti partecipanti, le opere sottoposte alla valutazione e i contenuti fondamentali degli Studi d'Impatto Ambientale (SIA). Per questo la loro conoscenza è d'importanza fondamentale nel concreto operare.

Valutare progetti e piani alla luce del criterio di sostenibilità ambientale (o “compatibilità ambientale”, come recita la legge) è diventato un obbligo cui il decisore pubblico non può più sottrarsi. Un po' a tutti i livelli della pubblica amministrazione e nei più disparati settori di attività si vanno diffondendo e consolidando norme che regolano le procedure autorizzative, imponendo la valutazione degli impatti e dei rischi ambientali di progetti, piani e programmi.

La decisione in ordine alla fattibilità o meno di un intervento sulla base della valutazione della sua sostenibilità ambientale non è riducibile ad un mero procedimento amministrativo, né può essere mantenuta nell'ambito ristretto degli “addetti ai lavori”. Impatti e rischi ambientali concernono la popolazione ed è inevitabile che, nelle moderne democrazie, la popolazione debba essere informata e debba poter partecipare attivamente al processo decisionale.

Tutte le procedure di VIA si sono poste, pur secondo diverse modalità, il problema della trasparenza del processo decisionale e della partecipazione dei cittadini; anzi potremmo affermare che una procedura di VIA è sostanzialmente una regolamentazione del processo di

informazione dei cittadini e delle loro rappresentanze, oltre che della partecipazione dei medesimi al processo decisionale.

Ovviamente un conto sono le procedure formali e altro conto sono i processi decisionali effettivi, i quali dipendono molto dal contesto socio-politico e culturale locale: la stessa procedura di VIA nazionale, innesca, come noto, processi decisionali effettivi diversi a seconda delle differenti realtà locali e regionali. L'esame delle leggi dà solo la forma delle procedure, non la sostanza. Per questa occorre un impegno specifico, soprattutto delle amministrazioni locali, che devono dotarsi di competenze professionali adeguate, devono impegnarsi in un lavoro efficace di informazione ai cittadini e di attivazione e sostegno istituzionale della loro partecipazione.

Questo è anche l'unico modo per diffondere la cultura ambientale, che non è poi altro che quel comportamento che consente di affrontare razionalmente le questioni poste dal rischio ambientale; quella consapevolezza che con il rischio ambientale si deve imparare a convivere e che l'unico modo per farlo è di conoscere sempre più a fondo la complessa problematica ambientale e di agire in modo da ridurre nell'ambito dell'accettabilità le possibili conseguenze negative.

In questo senso l'istituzione delle procedure di VIA è qualcosa di più di una legge regolativi dei procedimenti autorizzativi, essa è una svolta culturale destinata ad accrescere i gradi di democrazia e la razionalità dei comportamenti collettivi nei confronti dei rischi ambientali.

La procedura di VIA dovrebbe però anche tradursi in un più razionale procedimento amministrativo mirato ad unificare i procedimenti a carattere settoriale o parziale, abbreviando in tal modo i tempi di approvazione. (da *"Osservatorio delle città sostenibili, Gennaio 2001"*)

3 LA NORMATIVA

3.1 La politica di gestione dei rifiuti nella Comunità Europea e la Normativa Italiana

Le più recenti normative europee in materia di rifiuti si ispirano al principio secondo il quale lo smaltimento in discarica deve rientrare in un piano più ampio di gestione che indica, come obiettivo generale, un uso razionale e sostenibile delle risorse. Tale piano prevede:

- una diminuzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti
- un riutilizzo e valorizzazione dei rifiuti come materia
- una valorizzazione energetica del rifiuto residuo ai fini della combustione
- uno smaltimento in discarica in condizioni di sicurezza di rifiuti non recuperabili o non ulteriormente trattabili

La discarica viene vista come ultima opzione per rifiuti che, alle condizioni del momento, non possono essere riusati o trattati.

In Italia il decreto legislativo 22/97 (decreto Ronchi), norma quadro di riferimento in tema di rifiuti, si basa su tali principi ispiratori.

Le disposizioni contenute nelle normative vigenti a livello dei paesi della CE mirano a:

- favorire e privilegiare il recupero di materia ed energia dai rifiuti, ponendo limiti più severi sullo smaltimento in discarica
- diminuire il contenuto organico biodegradabile dei rifiuti smaltiti in discarica, causa di problemi quali l'instabilità della discarica e la produzione di metano

- vietare lo smaltimento di rifiuti non sottoposti a un trattamento finalizzato a ridurre la pericolosità e a migliorarne le caratteristiche meccaniche

Lo smaltimento dei rifiuti ha costituito una delle prime materie sulla quale la CEE ha assunto delle iniziative legislative, allo scopo di rendere più armonico e uniforme l'insieme delle legislazioni nazionali. La prima direttiva sui rifiuti emanata dalla Comunità Europea è stata la 75/442 contenente norme quadro sui rifiuti, poi sostituita in gran parte dalla 91/156. Altre direttive sono state emanate successivamente come la 78/319 sui rifiuti tossici e nocivi, modificata poi dalla 91/689, la 94/62 sugli imballaggi e rifiuti da imballaggi. Queste norme, assieme al regolamento CEE 259/93 sulle spedizioni frontaliere di rifiuti pericolosi che va a sostituire le direttive 84/631, 85/649, 86/279, 87/112, dettano disposizioni sui rifiuti in generale. Altre norme invece fanno riferimento a particolari tipi di rifiuto come, ad esempio, le dir. 76/403, 82/828 e 85/467 (norme sullo smaltimento dei policlorofenili), e agli impianti di incenerimento dei rifiuti solidi urbani come, ad esempio, le dir. 89/369 e 89/429.

3.2 La direttiva 99/31/CE

La direttiva 99/31/CE del Consiglio Europeo detta norme in relazione alle discariche di rifiuti introducendo misure, procedure e requisiti tecnici per gli impianti di smaltimento, al fine di ridurre i rischi per l'ambiente e la salute umana. Un importante obiettivo della direttiva è quello di ottenere un costo di smaltimento in discarica che tenga conto anche della fase di chiusura e successiva gestione e non solo del costo dell'impianto e dell'esercizio. Considerando infatti l'intera vita utile della discarica, si ottiene un prezzo di smaltimento che si avvicina a quello di forme di trattamento più ecocompatibili, essendo il costo di smaltimento in discarica ancora troppo basso.

3.2.1 *Classificazione delle discariche*

La direttiva, secondo l'art. 4, classifica le discariche come:

- discarica per rifiuti pericolosi
- discarica per rifiuti non pericolosi
- discarica per rifiuti inerti

I criteri di ammissibilità dei rifiuti nelle tre categorie vengono indicati negli articoli 5 e 6 e nell'allegato II.

La direttiva introduce il principio secondo il quale i rifiuti dovrebbero essere la prima barriera di un sistema di difesa in grado di garantire la sicurezza della discarica dal punto di vista del rilascio di sostanze pericolose. L'art. 5, che riguarda i rifiuti e i trattamenti non ammissibili in discarica, stabilisce infatti che i paesi della CE, entro due anni dal recepimento della direttiva, elaborino delle strategie per diminuire la quantità di rifiuti biodegradabili in discarica. Tali strategie possono essere, secondo la direttiva, il riciclaggio, il compostaggio, la produzione di biogas, il recupero di materiali ed energia. Viene lasciata comunque ampia discrezionalità agli Stati Membri riguardo ai sistemi da adottare. Sempre nell'art. 5 vengono posti degli obiettivi in relazione al volume complessivo di rifiuti urbani biodegradabili da collocare in discarica. Vengono inoltre indicati i rifiuti non accettabili in discarica:

- rifiuti liquidi
- rifiuti che, nelle condizioni esistenti in discarica, sono esplosivi, corrosivi, ossidanti, altamente infiammabili o infiammabili ai sensi dell'allegato III della direttiva 91/689/CEE
- rifiuti provenienti da cliniche, ospedali o istituti veterinari, qualora siano infettivi ai sensi della direttiva 91/689/CEE (caratteristiche di cui al punto H9 dell'allegato III), e rifiuti che rientrano nella categoria 14 (allegato I, parte A) della suddetta direttiva
- gomme usate intere dopo due anni a decorrere dalla data di recepimento della direttiva, escluse le gomme usate come materiale di

ingegneria e la gomme usate triturate cinque anni dopo tale data (escluse in entrambi i casi quelle per biciclette e quelle con un diametro esterno superiore a 1400 mm)

- tutti gli altri tipi di rifiuti che non soddisfano i criteri di ammissibilità stabiliti a norma dell'allegato II

I trattamenti non ammessi per lo smaltimento in discarica sono la diluizione e la miscelazione allo scopo di far rientrare i rifiuti entro i limiti di accettabilità. L'art. 6 indica i rifiuti ammissibili nelle varie tipologie di discarica e dispone che in discarica devono andare solamente i rifiuti sottoposti a trattamento atto a ridurre la pericolosità e la quantità. Sono esclusi i rifiuti inerti il cui trattamento non è tecnicamente possibile o quei rifiuti per cui il trattamento non contribuisca agli obiettivi della direttiva, cioè la riduzione del rischio per l'ambiente e la salute.

L'allegato II detta i seguenti criteri per l'ammissione dei rifiuti nelle tre principali categorie di discariche:

- Discariche di rifiuti inerti: possono essere inseriti nell'elenco solo i rifiuti inerti definiti come "i rifiuti che non subiscono alcuna trasformazione fisica, chimica o biologica significativa. I rifiuti inerti non si dissolvono, non bruciano né sono soggetti ad altre reazioni fisiche o chimiche, non sono biodegradabili e, in caso di contatto con altre materie, non comportano effetti nocivi tali da provocare inquinamento ambientale o danno alla salute umana. La tendenza a dar luogo a percolati e la percentuale inquinante globale dei rifiuti nonché l'ecotossicità dei percolati devono essere trascurabili e, in particolare, non danneggiare la qualità delle acque superficiali e/o freatiche"
- Discariche di rifiuti non pericolosi: per poter essere inseriti nell'elenco i rifiuti non devono essere contemplati nella direttiva 91/689/CEE.
- Discariche di rifiuti pericolosi: un primo elenco provvisorio destinato alle discariche di rifiuti pericolosi potrebbe comprendere solo i tipi di

rifiuti contemplati nella direttiva 91/689/CEE. Tuttavia, tali rifiuti dovrebbero poter essere inseriti nell'elenco solo dopo essere stati sottoposti a trattamento, nel caso in cui i componenti potenzialmente pericolosi siano presenti in quantità tali da produrre un rischio per la salute umana e l'ambiente, o che possano ostacolare una sufficiente stabilizzazione del rifiuto entro la prevista durata della discarica.

3.2.2 Criteri di ammissibilità dei rifiuti nelle varie classi di discarica

L'allegato II detta i principi generali per la classificazione dei rifiuti e la loro ammissione nelle varie classi di discarica. L'accettazione dei rifiuti deve essere stabilita in base ad elenchi di rifiuti ammessi o esclusi, definiti secondo la loro natura e origine, attraverso metodi di analisi dei rifiuti e valori limite per le caratteristiche dei rifiuti da ammettere. Occorre conoscere con la massima precisione la composizione, la capacità di produrre percolato, il comportamento a lungo termine e le caratteristiche generali dei rifiuti da collocare in discarica. Finché a livello comunitario non verrà stabilita una procedura standard per la classificazione e l'ammissione dei rifiuti in discarica, devono essere seguite le linee guida contenute nell'allegato II. Sempre secondo l'allegato II, il Comitato Tecnico di cui all'art. 18 della direttiva 91/156/CEE, assisterà la Commissione alla definizione, entro due anni dall'entrata in vigore della direttiva, di una procedura uniforme per la classificazione e lo smaltimento dei rifiuti in discarica. Gli Stati Membri dell'Unione devono comunque stilare una lista dei rifiuti ammessi e non ammessi in ogni classe di discarica o definire i criteri per l'inclusione nelle liste, i metodi di analisi e i valori limite.

Secondo la direttiva, i criteri per l'ammissione in una specifica categoria di discariche devono tener conto dei seguenti punti:

- la protezione dell'ambiente circostante (in particolare delle acque sotterranee e superficiali);

- la salvaguardia dei sistemi di protezione ambientale (impermeabilizzazione, trattamento del percolato)
- la protezione dei processi di stabilizzazione dei rifiuti all'interno della discarica;
- la protezione contro i rischi per la salute umana.

La classificazione dei rifiuti deve basarsi su criteri quali:

- la conoscenza della composizione totale;
- l'adozione di limiti sul quantitativo di sostanze organiche presenti nei rifiuti
- l'adozione di limiti sulla biodegradabilità dei componenti organici dei rifiuti;
- l'adozione di limiti sul quantitativo di componenti specifici potenzialmente dannosi o pericolosi (rispetto ai criteri di protezione summenzionati):
- l'adozione di limiti sulla capacità, potenziale e prevista di produrre percolato, di determinati componenti potenzialmente dannosi o pericolosi (rispetto ai criteri di protezione summenzionati)
- le caratteristiche ecotossicologiche dei rifiuti e del risultante percolato

Le procedure generali per l'analisi e l'ammissione o meno di un rifiuto in discarica sono articolate in 3 livelli:

- Livello 1: Caratterizzazione di base. Consiste nel determinare approfonditamente, in base a metodi analitici standard, il comportamento a breve e a lungo termine del percolato e le proprietà dei rifiuti.
- Livello 2: Verifiche di conformità. Consistono in test periodici, eseguiti con metodi analitici standard, che servono ad assicurare che il rifiuto sia conforme alle condizioni di autorizzazione e ai criteri di classificazione

- Livello 3: Verifica in loco. E' un metodo rapido che serve ad assicurare che il rifiuto sottoposto al test di conformità presenti le caratteristiche descritte nei documenti che lo accompagnano. Può essere una semplice ispezione visiva dei rifiuti prima e dopo lo scarico nell'area di smaltimento.

L'allegato II stabilisce anche a che livello devono essere sottoposti i rifiuti per poter far parte della lista di riferimento del sito.

3.2.3 *Requisiti generali per le categorie di discarica*

L'allegato I della direttiva contiene delle precise disposizioni sui requisiti tecnici delle categorie di discarica che riguardano l'ubicazione, la gestione del percolato e del biogas, la protezione del terreno e delle acque, la stabilità, i disturbi recati all'ambiente circostante la discarica e il sistema barriera. In tal modo la direttiva cerca di uniformare le norme a livello dei vari paesi europei.

In tema di ubicazione della discarica la direttiva considera i seguenti punti:

- le distanze fra i confini dell'area e le zone residenziali e di ricreazione, le vie navigabili, i bacini idrici e le altre aree agricole o urbane
- l'esistenza di acque freatiche e costiere e di zone di protezione naturale nelle vicinanze
- le condizioni geologiche e idrogeologiche della zona
- il rischio di inondazione, cedimento, frane o valanghe nell'area della discarica
- la protezione del patrimonio naturale o culturale della zona.

La discarica può essere autorizzata solo se, in merito ai punti summenzionati per le caratteristiche del luogo, non costituisce un grave rischio ecologico.

In tema di controllo delle acque e gestione del percolato:

- limitare la quantità di acqua proveniente dalle precipitazioni che penetra nel corpo della discarica
- impedire che le acque superficiali e/o freatiche entrino nei rifiuti collocati nella discarica
- raccogliere le acque e il percolato contaminati. L'autorità competente può decidere che ciò non si applichi nel caso in cui, dopo un'attenta valutazione dell'ubicazione della discarica e dei rifiuti da smaltire, la discarica non costituisca un potenziale rischio ecologico
- trattare le acque e il percolato contaminati raccolti nella discarica affinché raggiungano la qualità richiesta per poter essere scaricati.

Le suddette disposizioni possono non applicarsi alle discariche di rifiuti inerti.

In tema di protezione del terreno e delle acque l'allegato I dispone che la progettazione e la ubicazione della discarica devono essere tali da impedire l'inquinamento del terreno e delle acque sotterranee superficiali. E' fondamentale il ruolo svolto dalla barriera geologica, in combinazione con un rivestimento nella parte inferiore della discarica nella fase di esercizio e un rivestimento nella parte superiore in fase di post-chiusura. La barriera, determinata da condizioni geologiche e idrogeologiche, deve limitare la diffusione degli inquinanti nell'ambiente. L'allegato I stabilisce i valori del coefficiente di permeabilità e dello spessore del substrato che sta alla base e ai lati della discarica:

- discarica per rifiuti pericolosi $K \leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s; spessore ≥ 5 m
- discarica per rifiuti non pericolosi: $K \leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s; spessore ≥ 1 m
- discarica per rifiuti inerti: $K \leq 1,0 \times 10^{-7}$ m/s; spessore ≥ 1 m

Nel caso in cui il sito non presenti le caratteristiche indicate, si può provvedere artificialmente a completare o rinforzare la barriera. Secondo la direttiva, una barriera creata artificialmente deve avere uno spessore non inferiore a 0,5 m.

Lo strato di impermeabilizzazione e il sistema di raccolta del percolato devono essere sempre presenti per le discariche di rifiuti pericolosi e non pericolosi mentre per le discariche di rifiuti inerti ogni stato membro può stabilire dei requisiti specifici. E' possibile anche porre uno strato di impermeabilizzazione superficiale nel caso in cui, per possibili rischi ecologici, si voglia evitare la produzione di percolato. La direttiva fissa le caratteristiche anche dell'impermeabilizzazione superficiale in funzione del tipo di discarica.

In tema di gestione del biogas l'allegato I dispone che le discariche che contengono rifiuti biodegradabili devono essere munite di sistemi di raccolta del biogas per evitare l'emissione di odori, per garantire la sicurezza nell'ambiente circostante la discarica e per l'eventuale sfruttamento del biogas per fini energetici (in caso ciò non fosse possibile il biogas va avviato a termodistruzione).

Riguardo la stabilità, fattore importante per una discarica, la direttiva dispone che lo scarico dei rifiuti deve garantire la stabilità della massa di rifiuti e delle strutture ad essa collegate, e che il substrato geologico deve essere tale da non produrre assestamenti che possano danneggiare la barriera artificiale. La direttiva detta anche disposizioni sulle recinzioni del sito e sui rischi causati da polveri, emissioni di odori, ecc.

L'allegato III detta le procedure di controllo e sorveglianza nelle fasi operativa e postoperativa. La direttiva attribuisce grande importanza alla fase di gestione disponendo nell'art. 12 che il gestore della discarica esegua un Programma di controllo e sorveglianza (l'allegato III delinea le procedure minime per l'esecuzione del programma e definisce le informazioni che deve contenere) in modo tale da informare eventualmente l'Autorità competente di eventuali effetti negativi sull'ambiente.

L'art. 13 definisce le modalità relative alla chiusura delle discariche e la gestione nel periodo di post-chiusura. Il gestore è responsabile della

discarica anche dopo la chiusura sia da punto di vista della manutenzione e controllo, sia dal punto di vista della raccolta del biogas e del percolato.

L'art. 14 introduce delle norme severe sulle discariche già esistenti, obbligando il gestore a presentare un piano di riassetto all'Autorità competente che contenga eventualmente anche le misure correttive da adottare per rispondere ai requisiti fissati dalla direttiva, in modo tale da ottenere l'autorizzazione a continuare l'attività.

3.3 La normativa italiana

Nello scenario italiano la legge-quadro in materia di rifiuti è rappresentata dal decreto legislativo 22/97, il quale ha recepito la direttiva 91/156/CE sui rifiuti, la direttiva 91/689/CE sui rifiuti pericolosi e la direttiva 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggi. Il decreto abroga il D.P.R. 915/82 ed è stato successivamente modificato dal D. Lgs. 8 novembre 1997, n° 389 (Ronchi bis), dalla legge 9 dicembre 1998, n° 426 (Ronchi ter), dalla legge 23 dicembre 1999 n°488 e dalla legge 23 marzo 2001, n° 93 ("Disposizioni in campo ambientale).

Il decreto Ronchi dà una nuova definizione (art. 6) e classificazione dei rifiuti (art. 7), distinguendo i rifiuti in base all'origine (urbani e speciali) e a seconda delle caratteristiche (pericolosi e non pericolosi). Definisce tutte le pratiche necessarie (regime autorizzatorio) per chi produce rifiuti e per chi li tratta come attività professionale, le responsabilità di chi produce rifiuti per quanto concerne lo smaltimento, detta le disposizioni per il trasporto e per l'autosmaltimento dei rifiuti.

L'art. 5 del D. Lgs. 22/97 stabilisce che dal 1° gennaio 2001 "è consentito smaltire in discarica solo i rifiuti inerti, i rifiuti individuati da specifiche norme tecniche ed i rifiuti che residuano dalle operazioni di riciclaggio, di recupero e di smaltimento di cui ai punti D2, D8, D9, D10 e D11 di cui all'allegato B" (trattamento di biodegradazione in ambiente terrestre, trattamento biologico, chimico, fisico-chimico e incenerimento). Il

termine è stato poi prorogato al 16 luglio 2001 dalla legge 25 febbraio 2000 n° 33, nuovamente differito dal DI n° 286 del 16 luglio 2001 fino all'adozione delle norme tecniche per lo smaltimento dei rifiuti in discarica, e comunque non oltre un anno dalla data di entrata in vigore della legge di conversione del decreto-legge. Il DI n° 286 è stato convertito dalla legge n° 335 del 20 agosto 2001.

Secondo l'art. 18, comma 2 lettera a) è di competenza dello Stato l'adozione delle norme tecniche per la gestione dei rifiuti e di conseguenza l'aggiornamento della legislazione in materia di discariche. Per adesso continua a valere la classificazione delle discariche data dalla Delibera del C.I. del 27/7/84 di cui all'art. 4 del DPR 915/82, in quale individua anche i criteri per l'ammissibilità dei rifiuti nelle varie categorie di discariche. La Tabella I della delibera del 1984 individua i rifiuti smaltibili nella categorie I, II (A, B e C) e III. Questa classificazione differisce da quella della direttiva europea 99/31/CE. Il problema maggiore è dato dalla diversa classificazione dei rifiuti presente nel DPR 915/82 e nel decreto Ronchi. Il primo classifica i rifiuti pericolosi in funzione della concentrazione di sostanze pericolose presenti nel rifiuto, il secondo in base alla provenienza, in linea con le disposizioni del Catalogo Europeo dei rifiuti.

Il decreto Ronchi è una sorta di legge quadro la quale rimanda ad altre normative di attuazione, i decreti attuativi.

Il primo decreto attuativo è stato il D.M. 11 marzo 1998, n° 141, il quale regola lo smaltimento in discarica dei rifiuti e la catalogazione dei rifiuti pericolosi smaltiti in discarica. Esso prevede che i rifiuti pericolosi possono essere smaltiti in discarica solo se accompagnati dal formulario di identificazione e che il gestore, prima dello smaltimento, si accerti che il rifiuto possa essere effettivamente conferito in discarica in base al formulario e che le caratteristiche del rifiuto stesso siano conformi a quanto indicato dal formulario. Il decreto, all'art. 2, individua i rifiuti che non possono essere comunque smaltiti in discarica:

- rifiuti allo stato liquido
- rifiuti classificati in base ai criteri fissati nell'allegato I come Esplosivi (H1) e/o Comburenti (H2)
- rifiuti con un punto di infiammabilità <55° C
- rifiuti che contengono una o piu' sostanze corrosive classificate come R35 in concentrazione totale >1%
- rifiuti che contengono una o piu' sostanze corrosive classificate come R34 in concentrazione totale >5%
- rifiuti sanitari a rischio infettivo (Categoria di rischio H9 di cui all'All. I)
- rifiuti della produzione di principi attivi per presidi medicochirurgici e prodotti fitosanitari
- rifiuti che contengono o sono contaminati da policlorodifenili, policlorotrifenili, monometiltetraclorodifenilmetano, monometildiclorodifenilmetano, monometildibromodifenilmetano in quantita' superiore a 25 ppm
- rifiuti che contengono o sono contaminati da diossine e/o furani di cui all'allegato III in quantita' superiore a 10 ppb da calcolarsi sulla base dei fattori di tossicita' equivalente di cui allo stesso allegato III
- rifiuti che contengono sostanze lesive dello strato di ozono stratosferico presenti tal quali nel rifiuto o che si possano generare a seguito di processi di degradazione
- rifiuti che contengono sostanze chimiche nuove provenienti da attivita' di ricerca, di sviluppo i cui effetti sull'uomo e o sull'ambiente non siano noti.

Gli allegati cui si fa riferimento sono quelli del D.Lgs 22/97.

3.4 Il sistema integrato di gestione dei rifiuti

Le disposizioni contenute nelle normative vigenti a livello dei paesi della CE mirano quindi a favorire e privilegiare il recupero di materia ed energia dai rifiuti, ponendo limiti più severi sullo smaltimento in discarica. Allo stato attuale quindi, lo smaltimento dei RSU tal quali determina un impatto ambientale non accettabile e comunque non più ammesso dalle norme di Legge a livello Comunitario e Nazionale. Gli obiettivi futuri dello smaltimento dei rifiuti solidi dovranno essere perciò la riduzione quantitativa all'origine, la separazione del flusso nelle varie componenti merceologiche, il recupero di risorse sia come materiali che come energia.

In quest'ottica è prevedibile che in discarica sarà smaltita solo una percentuale del totale dei rifiuti prodotti, preceduta da adeguati pretrattamenti di natura chimico-fisica o biologica che ne limitino la pericolosità.

La metodologia di pretrattamento dei RSU più utilizzata è costituita dall'incenerimento e le scorie prodotte in questo processo costituiscono comunque un residuo che può giungere al 25% della massa originaria dei RSU e devono essere smaltite obbligatoriamente in discarica. In futuro lo scarico controllato farà parte di un cosiddetto Sistema Integrato di Smaltimento che prevede la riduzione dei quantitativi di rifiuti da smaltire, il recupero di materiali utili, il recupero energetico tramite la combustione delle frazioni a più alto potere calorifico e la digestione aerobica od anaerobica della frazione organica, ed in definitiva la minimizzazione dell'impatto ambientale.

Ci sono molti modi per ottenere una diminuzione della produzione dei rifiuti ed il recupero di materie utili. Ad esempio, almeno nei paesi industrializzati, la riduzione dei contenitori monouso e degli imballaggi in genere oppure attraverso il "self-composting" dei residui provenienti da giardini e parchi privati comporterebbe già un notevole beneficio nella gestione del problema.

Il recupero dei materiali utili è il secondo passo fondamentale. In questa fase è coinvolto un flusso di rifiuti che contiene molte sostanze valorizzabili (frazione organica putrescibile, vetro, alluminio, ferro, plastiche, carta) che devono essere recuperate e diverse componenti pericolose (batterie, medicinali scaduti, composti organoclorurati, polveri provenienti dalla pulizia stradale) che devono essere separate. Questo può essere ottenuto mediante raccolta differenziata o separazione meccanica o manuale. Naturalmente il successo di iniziative di questo tipo è legato al tipo di tecnologie utilizzate, che devono essere le più semplici possibili e devono tenere conto del numero di abitanti serviti e del potenziale mercato dei materiali recuperati.

Il compostaggio dei residui provenienti dalla manutenzione dei grandi parchi pubblici è un'altra misura che può notevolmente aiutare a ridurre i quantitativi di rifiuti da smaltire, assieme alla raccolta differenziata di scarti organici domestici, carta, plastica, vetro. La sostanza organica recuperata, oltre che compostata, può anche essere digerita anaerobicamente con conseguente produzione di metano. La sostanza organica pretrattata biologicamente può avere due differenti destini: se la qualità del materiale di partenza è tale da garantire una buona qualità finale, il prodotto può essere utilizzato in agricoltura, se invece la qualità è scarsa il prodotto può essere smaltito in discarica ottenendo comunque una riduzione del livello delle emissioni legate alla componente organica dei rifiuti. Altri risultati derivanti dal pretrattamento biologico della sostanza organica sono un miglioramento generale della stabilità degli ammassi in discarica e l'allontanamento dal flusso diretto all'incenerimento di frazioni a basso potere calorifico e ricche di metalli pesanti.

Le frazioni ad alto potere calorifico (plastica e materiale cellulosico) che non possono essere recuperate, è opportuno che vengano avviate a sistemi di combustione al fine di conseguire un elevato recupero energetico. Tali sistemi sono oggi caratterizzati da un buon controllo delle

emissioni e quindi incontrano sempre minor resistenza alla loro realizzazione da parte delle amministrazioni e dell'opinione pubblica.

Quanto non si può evitare di produrre o non può essere recuperato o non è adatto alla combustione, ed inoltre ciò che la combustione stessa produce sotto forma di scorie, viene infine smaltito nella discarica controllata, che dunque rimane un anello imprescindibile di un sistema di smaltimento, comunque esso sia articolato e qualunque tipo di sezioni preveda.

3.5 Il recupero di materia dei rifiuti urbani

L'analisi dei dati a livello nazionale permette di verificare come il sistema di gestione dei rifiuti, basato ancora in gran parte sullo smaltimento in discarica, sia in piena evoluzione verso sistemi che privilegiano il recupero di materia e di energia. In particolare, negli ultimi anni nel nostro Paese si è assistito ad un incremento considerevole del numero degli impianti di compostaggio e di trattamento meccanico biologico, rappresentando il naturale sbocco al recupero delle frazioni organiche di rifiuti.

La situazione è, tuttavia, molto disomogenea sul territorio nazionale. In particolare, in molte aree del Nord (Veneto, Lombardia, Emilia Romagna, Trentino Alto Adige) appare ormai decollato il sistema di gestione integrata dei rifiuti mentre nelle zone meridionali del Paese si è verificata una certa lentezza nell'attuazione di tale gestione, anche se la gestione commissariale in alcune regioni ha prodotto alcuni significativi miglioramenti.

Il decreto legislativo 5 febbraio 1997 n. 22, nel definire una nuova strategia di gestione dei rifiuti, ha introdotto l'ordine gerarchico dei principi secondo il quale la prevenzione dei rifiuti assume l'assoluta priorità, seguita dal recupero ed infine dallo smaltimento in condizioni di sicurezza.

Lo smaltimento viene quindi a costituire una fase residuale della gestione dei rifiuti.

Il sistema italiano di gestione dei rifiuti, in gran parte, ha utilizzato lo smaltimento in discarica come soluzione primaria, anche a seguito del susseguirsi delle emergenze rifiuti in varie Regioni (72,4% di rifiuti urbani smaltiti in discarica nel 2000).

Il D.Lgs. 22/97 ha fissato specifici obiettivi di raccolta differenziata (15% entro il 1999, 25% entro il 2001 e 35% entro il 2003) volti a consentire la valorizzazione delle componenti merceologiche sin dalla fase di raccolta, la riduzione della quantità e della pericolosità dei rifiuti da avviare allo smaltimento indifferenziato, nonché il recupero di materiali e di energia nella fase di trattamento finale e la promozione di comportamenti più corretti, anche da parte dei cittadini, a beneficio di politiche di prevenzione e riduzione.

La trasformazione in compost delle frazioni organiche dei rifiuti e il loro successivo impiego, in relazione alle caratteristiche dei rifiuti stessi avviati al trattamento (come ammendante o per impieghi paesistici) per il ripristino ambientale delle aree degradate o per altre forme di utilizzo, rappresentano un elemento nodale nella strategia di gestione integrata dei rifiuti, costituendo la forma più adeguata per il recupero di materia.

La produzione di compost, in particolare di compost di qualità derivante da matrici selezionate alla fonte, ha l'importante valenza di rendere disponibili ammendanti utilizzabili per il ripristino e il mantenimento di un adeguato tenore di sostanza organica dei suoli ai fini della conservazione della fertilità e la limitazione dei fenomeni di erosione e desertificazione, assai accentuati in alcune aree del Paese.

Anche nel caso delle frazioni organiche presenti nel rifiuto indifferenziato, a valle del circuito della raccolta differenziata, il sistema di gestione integrata tracciato dal D.Lgs. 22/97 impone la ricerca di ulteriori possibilità di valorizzazione finalizzate al recupero di materia.

In questo contesto si inserisce il trattamento biologico di frazioni organiche derivanti da impianti di selezione meccanica a valle della raccolta, che dà luogo a materiali che potranno ancora essere avviati a circuiti di valorizzazione.

Gli impianti di compostaggio per matrici selezionate censiti nel 2001 sono 212. Se si escludono i piccoli impianti che trattano un quantitativo di rifiuti minore di 1000 t/a, il numero di impianti scende a 135. L'anno 2002 fa registrare un'ulteriore crescita del settore con 237 impianti (140 con quantità > 1000 t/a) presenti sul territorio nazionale ed un totale di rifiuti trattati pari a 2.823.935 tonnellate. In questi ultimi anni il compostaggio di rifiuti selezionati ha avuto un notevole sviluppo; nell'anno 2001 si è, infatti, riscontrato un incremento nelle quantità di rifiuti trattati di circa il 34% rispetto al 2000; nel 2002 si è registrato un altro incremento dell'11%. La potenzialità degli impianti, che nel 2001 era di circa 4,3 milioni di tonnellate rispetto a un quantitativo di rifiuti trattati di 2,5 tonnellate, nell'anno 2002 è di circa 5,2 milioni di tonnellate con 2,8 milioni di tonnellate di rifiuti trattati. Significativo è, inoltre, l'aumento registrato riguardo alla potenzialità degli impianti presenti sul territorio nazionale nel triennio 2000-2002. Infatti, mentre nell'anno 2000, la potenzialità totale degli impianti è di circa 3 milioni di tonnellate e nel 2001 di circa 4,3 milioni di tonnellate, con un incremento del 44%, nell'anno 2002 si registra un ulteriore aumento del 23% (5,2 milioni di tonnellate). Tale andamento evidenzia una capacità di trattamento notevole e la possibilità, per tali impianti, di ricevere un quantitativo maggiore di rifiuti in relazione all'incremento della raccolta differenziata sul territorio nazionale. Nel 2001 sono state trattate 1.729.659 tonnellate di rifiuti urbani costituiti dal 34,8% di frazione organica selezionata e dal 33,4% di verde, che rappresentano il 68,2% del totale di rifiuti avviati ad impianti di compostaggio per matrici selezionate. I fanghi (18,1%) e le altre tipologie di rifiuti provenienti dal settore agro industriale (13,8%) costituiscono la rimanente parte dei rifiuti trattati. Per quanto riguarda l'anno 2002, i rifiuti urbani (1.695.921

tonnellate) rappresentano il 60% del totale dei rifiuti trattati e sono costituiti, in particolare, per il 30,3% dalla frazione organica selezionata e per il 29,8% dal verde. I fanghi (23,6%) e gli altri rifiuti provenienti dal settore agro industriale (16,4%) completano il quadro quantitativo delle diverse matrici trattate in impianti di compostaggio di rifiuti selezionati.

Rispetto al 2001 c'è, dunque, una riduzione abbastanza contenuta della quota di rifiuti urbani avviati al compostaggio, bilanciata dalla crescita sia dei fanghi di depurazione sia degli scarti compostabili dell'agro industria.

A valle della raccolta differenziata, nel sistema di gestione integrata dei rifiuti, diventa sempre più significativo il ricorso al trattamento meccanico/biologico (selezione, compostaggio, frazione secca, bioessiccazione e produzione di CDR). Si riscontra, infatti, un incremento importante sia del quantitativo di rifiuti trattati che del numero di impianti.

Nell'anno 2001 sono stati censiti 65 impianti che hanno trattato circa 3.791.000 tonnellate di rifiuto urbano indifferenziato, con un incremento rispetto al 2000 del 22%. Gli impianti censiti nel 2002 sono 90; di questi, 70 sono in effettivo esercizio, 5 risultano non attivi e, a dimostrazione dell'importanza che questo settore riveste nell'ambito della gestione integrata dei rifiuti, 15 sono gli impianti in avviamento e in costruzione (2 al Nord, 7 al Centro e 6 al Sud), con una potenzialità complessiva di oltre 1,8 milioni di tonnellate. Nelle regioni del Nord dove, nel 2001, sono state trattate circa 1,6 milioni di tonnellate di rifiuti, pari al 43% del totale a livello nazionale, si passa ad oltre 1,7 milioni di tonnellate nell'anno 2002 (30% sul totale trattato); nel Centro il quantitativo di rifiuti trattati, che nel 2001 era di circa 1,6 milioni di tonnellate, aumenta a circa 1,8 milioni di tonnellate nel 2002. Ma il dato più significativo si riscontra nelle regioni del Sud dove si registra un incremento notevole sia in termini impiantistici che nei quantitativi di rifiuti trattati, a dimostrazione di come nelle situazioni emergenziali questa tipologia di trattamento dei rifiuti rivesta un ruolo determinante.

4 LA RACCOLTA DIFFERENZIATA NELLO SPAZIO URBANO

4.1 La raccolta differenziata: generalità

La raccolta differenziata svolge un ruolo prioritario nel sistema di gestione integrata dei rifiuti in quanto consente, da un lato, di ridurre il flusso dei rifiuti da avviare allo smaltimento e, dall'altro, di condizionare in maniera positiva l'intero sistema di gestione. Essa consente:

- la valorizzazione delle componenti merceologiche dei rifiuti sin dalla fase della raccolta;
- la riduzione della quantità e della pericolosità dei rifiuti da avviare allo smaltimento indifferenziato, individuando tecnologie più adatte alla gestione e minimizzando l'impatto ambientale dei processi di trattamento e smaltimento;
- il recupero di materiali e di energia nella fase di trattamento finale;
- la promozione di comportamenti più corretti da parte dei cittadini, con conseguenti cambiamenti dei consumi, a beneficio delle politiche di prevenzione e riduzione.

In base all'esperienza che si è venuta consolidando, il sistema dovrebbe sempre più privilegiare raccolte domiciliari, affiancate a raccolte stradali, ed ampliare il campo di applicazione a raccolte più complesse (come quella della frazione organica putrescibile) o ad aggregazioni di differenti materiali (raccolta multimateriale o raccolta combinata).

Per il conseguimento di tali obiettivi è, tuttavia, indispensabile che la raccolta differenziata venga realizzata secondo logiche di integrazione rispetto all'intero ciclo dei rifiuti, e che ad essa corrispondano la dotazione di efficienti impianti di recupero ed una sempre maggiore diffusione

dell'utilizzo dei rifiuti recuperati. La costruzione di un sistema integrato deve prevedere, evidentemente, la realizzazione di un struttura maggiormente flessibile ed articolata; ciò non significa, necessariamente, che la stessa sia più costosa.

La definizione di una metodologia di calcolo omogenea e standardizzata, utilizzabile a livello nazionale, rappresenta un fattore indispensabile per poter eseguire un confronto di dati provenienti da fonti diverse e per poter pervenire ad una quantificazione della quota di raccolta differenziata ai fini della verifica del conseguimento degli obiettivi di cui al D.Lgs 22/97. Allo stato attuale, tuttavia, la procedura di calcolo non risulta ancora chiaramente delineata dalla normativa nazionale.

I dati elaborati dall'APAT prevedono, comunque, l'adozione di un criterio omogeneo di calcolo, che si basa sulla definizione di raccolta differenziata formulata dal D.Lgs. 22/97, articolo 6, comma 1, lettera f): *“la raccolta idonea a raggruppare i rifiuti urbani in frazioni merceologiche omogenee, compresa la frazione organica umida, destinate al riutilizzo, al riciclaggio e al recupero di materia prima”*. La legge 23 marzo 2001 n. 93, in particolare, ha operato una non chiara modifica di tale definizione sopprimendo le parole *“compresa la frazione organica umida, destinate al riutilizzo, al riciclaggio e al recupero di materia prima”*. La legge rimanda ad un successivo decreto non ancora emanato la definizione della metodologia e dei criteri di calcolo della raccolta differenziata.

Sulla base delle suddette definizioni non vengono computati, nella quota di raccolta differenziata, i flussi di rifiuti che ancorché raccolti selettivamente, sono avviati allo smaltimento. Non sono, inoltre, computate le aliquote rappresentate dagli scarti delle operazioni di recupero effettuate sui rifiuti raccolti in maniera differenziata.

In particolare, sono state escluse dal calcolo, le seguenti tipologie di rifiuto:

- inerti da costruzione e demolizione, anche se derivanti da demolizioni in ambito domestico, in quanto esplicitamente

annoverati tra i rifiuti speciali dall'articolo 7, comma 3 del D.Lgs 22/97;

- rifiuti cimiteriali, pulizia spiaggia, spazzamento stradale, in quanto destinati ad operazioni di smaltimento. Questi rifiuti concorrono, comunque, al calcolo dei rifiuti totali prodotti.

A partire dai dati relativi all'anno 2000 vengono, invece, computati nel valore della raccolta differenziata i farmaci, le pile e gli altri rifiuti pericolosi che, seppur destinati allo smaltimento, vengono raccolti selettivamente al fine di garantire una chiara riduzione di pericolosità dei rifiuti urbani.

Va, comunque, evidenziato che l'attuale struttura delle informazioni disponibili non sempre consente di applicare il metodo in maniera rigorosa, in quanto in alcuni contesti territoriali si osservano differenti gradi di disaggregazione delle frazioni merceologiche; pertanto, è necessaria un'attenta operazione di omogeneizzazione delle informazioni sulla base di criteri univoci. Quanto detto porta a computare nella voce "altro" le più svariate tipologie di rifiuti compresi alcuni rifiuti pericolosi.

4.2 I dati sulla raccolta differenziata

La raccolta differenziata ha raggiunto nel 2001 i 5,1 milioni di tonnellate pari al 17,4% della produzione totale, con una crescita della quota percentuale, rispetto al 2000, del 3%. In termini assoluti l'incremento, il più elevato dell'intero quinquennio 1997-2001, risulta superiore alle 940.000 tonnellate. Con due anni di ritardo, pertanto, vengono conseguiti a livello nazionale gli obiettivi fissati dal D.Lgs 22/97 per il 1999.

La situazione appare, tuttavia, decisamente diversificata passando da una macroarea geografica all'altra: infatti, mentre il Nord con un tasso di raccolta differenziata pari al 28,6% raggiunge e supera, nei tempi previsti, l'obiettivo fissato dalla normativa, il Sud, pur raddoppiando nel 2001 i quantitativi raccolti nel precedente anno, si colloca ancora a valori

percentuali bassi (4,7%), lontani dai target individuati dal D.Lgs 22/97. Il Centro, infine, attestandosi al 12,8% fa registrare un ulteriore incremento della raccolta differenziata rispetto al 2000; tuttavia, non raggiunge ancora né gli obiettivi fissati per il 1999 né quelli inerenti il 2001.

Una stima condotta per l'anno 2002 (a partire dai dati definitivi della raccolta differenziata relativi a 93 province, pari al 93,3% della popolazione nazionale) porta a quantificare la raccolta differenziata intorno ai 5,7 milioni di tonnellate che, in termini percentuali, rappresentano il 19,1% della produzione totale di rifiuti urbani. La crescita della quota percentuale, pari a +1,7%, risulterebbe, pertanto, inferiore a quella fatta registrare nel precedente biennio e non consentirebbe ancora di conseguire a livello nazionale gli obiettivi fissati per il 2001. Con riferimento alle singole macroaree, si può rilevare come nel 2002 la raccolta differenziata si attesti al Nord intorno ai 4,2 milioni di tonnellate (pari al 30,6% della produzione totale della macroarea stessa), al Centro superi le 950.000 tonnellate (14,5%) ed al Sud le 575.000 tonnellate (6,0%).

Per quanto riguarda le singole frazioni merceologiche si evidenzia nel 2001 un considerevole incremento, rispetto al 2000, della raccolta differenziata dell'organico (+23,9%), che passa da 1,29 milioni di tonnellate circa a 1,60 milioni di tonnellate, e della carta che attestandosi intorno ad 1,56 milioni di tonnellate fa segnare un incremento di poco inferiore al 20%. Una considerevole crescita percentuale, sebbene decisamente più ridotta in termini assoluti rispetto a quella dell'organico e della carta, si registra per vetro e plastica che, con incrementi pari al 15,1% ed al 31,7,% raggiungono, rispettivamente, le 875.000 tonnellate e le 230.000 tonnellate di raccolta differenziata. Per tutte le altre frazioni si segnala, in generale, un leggero calo della raccolta (compreso tra il 2,9% ed il 5,8%) fatta eccezione per l'alluminio che fa, invece, registrare una riduzione superiore al 40% (in termini assoluti, -7.000 tonnellate) ed il cui andamento appare, comunque, estremamente variabile da un anno all'altro. Tale andamento oscillatorio viene confermato, altresì, dalle stime

condotte per l'anno 2002 che sembrerebbero indicare una nuova crescita della raccolta differenziata di tale frazione. Va rilevato che l'alluminio è quasi sempre oggetto di raccolta multimateriale la cui ripartizione viene condotta utilizzando percentuali medie di composizione comunicate dai diversi Soggetti gestori degli impianti di selezione. Molto spesso è, inoltre, computato nella frazione metallica. Complessivamente, nel 2002 si osserva una crescita generalizzata della raccolta differenziata di tutte le tipologie di rifiuto. In particolare, ancora rilevante appare l'incremento della raccolta della frazione organica (+13,1%), sebbene con un tasso di crescita più ridotto rispetto al 2001. Una forte crescita percentuale si registra, inoltre, per gli ingombranti a recupero (+68,5%) e per i beni durevoli (+50,5%) mentre più ridotto rispetto a quello del 2001 appare il tasso di crescita della raccolta della carta (+7,3%), che risulta comunque superiore, in termini assoluti, alle 110.000 tonnellate. Con riferimento all'intero periodo 1997-2002, decisamente rilevante appare la crescita della raccolta differenziata di organico (+1,2 milioni di tonnellate) e carta (+900.000 tonnellate), così come l'incremento fatto registrare, sebbene in termini assoluti più ridotto, dalla raccolta della plastica (+144.500 tonnellate) e dalla raccolta selettiva (+14.000 tonnellate). Il significativo incremento rilevato per la frazione organica dimostra come il progredire dei sistemi di raccolta sia strettamente legato all'attivazione del circuito relativo a tale frazione.

	1999		2000		2001		2002*	
	(t)	%	(t)	%	(t)	%	(t)	%
Nord	2.969.455	23,1	3.244.390	24,4	3.833.462	28,6	4.165.810	30,6
Centro	547.404	9,0	706.325	11,4	835.084	12,8	953.069	14,5
Sud	190.705	2,0	230.333	2,4	446.250	4,7	575.022	6,0
Italia	3.707.564	13,1	4.181.048	14,4	5.114.795	17,4	5.693.900	19,1

*dati provvisori

4.3 Come si svolge la raccolta differenziata

La raccolta differenziata è definita dal Decreto Legislativo 22/97 come “...la raccolta idonea a raggruppare i rifiuti urbani in frazioni merceologiche omogenee, compresa la frazione organica umida, destinate al riutilizzo, al riciclaggio e al recupero di materia prima”.

Le pubbliche Amministrazioni, cui è demandato il compito della raccolta dei rifiuti, devono quindi organizzarsi, garantire il servizio e stimolare il riutilizzo dei materiali raccolti, nonché sensibilizzare i cittadini in materia con i mezzi opportuni (tramite campagne pubblicitarie, giornate seminariali tematiche aperte al pubblico, etc...)

Il cittadino, raccogliendo i materiali in modo differenziato può contribuire al recupero e al corretto smaltimento di frazioni come carta e cartone, vetro, plastica, alluminio, organico, metalli ferrosi e non, pile e batterie.

La Normativa Europea, così come la legge italiana con il Decreto Ronchi, impone di raccogliere separatamente i rifiuti secondo determinate categorie di materiali.

Attualmente nella maggior parte delle città, la raccolta dei rifiuti solidi urbani viene ancora effettuata con una metodologia che poco si discosta da quella praticata nel secolo scorso. I mezzi con cui si realizza sono certamente più moderni ma il principio è sostanzialmente invariato: la raccolta avviene manualmente col sistema tradizionale che prevede che i camion della nettezza urbana raccolgano i rifiuti prodotti nei diversi punti della città muovendosi all'interno della maglia urbana.

Tali veicoli, opportunamente equipaggiati con container e compattatori, si muovono lungo le strade, in differenti fasce orarie, creando problemi ben noti a tutti. La raccolta dei rifiuti tradizionale infatti, ha una serie di conseguenze negative in termini di degrado urbano, spreco di spazi pubblici, inquinamento in senso stretto, inquinamento acustico, inquinamento visivo (impatto), intasamento del traffico veicolare, problemi igienici (per l'utente come per il lavoratore del settore).



Figura 4.1. Immagini di vita quotidiana: camion della nettezza urbana che svuotano i cassonetti stradali e veicoli in coda lungo le strade.

Fin a poco tempo fa venivano applicati solo i metodi convenzionali, che non hanno avuto una grande evoluzione negli ultimi secoli: i rifiuti vengono depositati dagli utenti nei cassonetti (che con le nuove leggi sulla raccolta differenziata richiedono spazi sempre maggiori), vengono raccolti da camion speciali e trasportati il più lontano possibile al luogo di trattamento finale. In alcune città, seppur altamente sviluppate, i rifiuti vengono addirittura abbandonati lungo le strade, (in assenza di spazi idonei al passaggio dei veicoli pesanti) creando non pochi disagi ai cittadini.

La raccolta differenziata pertanto, allo stato attuale delle cose, si svolge con modalità che rendono il processo tutt'altro che sostenibile: le modalità di conferimento da parte degli utenti e di raccolta da parte dei mezzi preposti, creano numerosi disagi che si ripercuotono sulla qualità dello spazio urbano e sulla qualità della vita dei cittadini.

Attualmente la raccolta è gestita attraverso tre sistemi differenti:

- Campane o cassonetti stradali per il conferimento di carta, vetro, lattine, rifiuto organico e vegetale, e cassonetti grandi per la raccolta dei materiali più ingombranti;
- Centri multiraccolta, ovvero apposite aree recintate gestite da personale di servizio;

- Raccolta porta a porta, unica soluzione possibile per determinati distretti, quali centri storici.

Come si svolge esattamente il processo di raccolta differenziata?

Ogni utente, dal singolo cittadino alla comunità organizzata, dalla casa unifamiliare al complesso residenziale, dal negozio ai grandi magazzini, agli ospedali, agli aeroporti, dagli uffici alle fabbriche, deve differenziare all'origine i rifiuti prodotti secondo categorie merceologiche distinte, stabilite e a volte diverse, da una provincia all'altra. In linea di massima i flussi di materiali vengono raggruppati in quattro o cinque:

- materiale organico (scarti di cibo, residui da attività di giardinaggio...)
- multimateriale (alluminio, plastica, vetro)
- carta e cartone (quotidiani, riviste, scatoloni)
- "secco non riciclabile", una categoria merceologica che comprende materiali di diversa natura (imballaggi, involucri, alcuni tipi di plastica, etc...).

La prima fase della raccolta differenziata, pertanto, è la separazione delle frazioni all'atto della produzione del rifiuto, ed è quindi la prima fase che coinvolge direttamente gli utenti. Questi si devono dotare del numero opportuno di contenitori per la raccolta, destinando una discreta superficie dello spazio abitativo al suddetto utilizzo.

La seconda fase è quella del conferimento da parte dell'utente del rifiuto, raccolto e separato, nei tradizionali cassonetti. Allo stato attuale si tratta di vere e proprie "isole stradali" destinate alla raccolta dei rifiuti, costituite da una serie di grandi contenitori a campana, di plastica, che vanno ad occupare ampie superfici di spazio urbano, sottraendo a quartieri residenziali, centri storici, etc, spazi utili che potrebbero trovare usi diversi e ben più qualificanti. L'impatto visivo di queste "isole di

servizio” è fortissimo ed è dovuto non solo all’ingombro in pianta dei cassonetti ma anche ai colori e alle volumetrie degli stessi che ne accentuano la connotazione di elemento di disturbo.

Questo sistema inoltre, non consente di svuotare i contenitori contestualmente al raggiungimento della loro capacità massima; pertanto l’impatto visivo negativo, i problemi di igiene e di degrado urbano aumentano nel momento in cui i rifiuti vengono abbandonati lateralmente ai contenitori, situazione che si propone quotidianamente soprattutto nelle aree più densamente popolate e nei centri storici.

In una fase successiva i contenitori vengono svuotati da speciali camion ed i rifiuti vengono conferiti nei rispettivi luoghi di raccolta e smaltimento. Questa operazione in genere avviene in fasce orarie ben precise, preferibilmente durante le ore notturne e poiché si tratta di una operazione piuttosto rumorosa disturba la quiete degli abitanti; nei centri delle città e nelle zone storiche in cui le strade sono strette crea rallentamenti del traffico cittadino, abbassando così il livello di servizio delle strade urbane.

Pertanto, i disagi legati a questo tipo di procedimento riguardano in generale:

- l’impatto visivo;
- i rumori ;
- lo spazio di servizio necessario, in termini di suolo per i contenitori e di strade per le operazioni di ritiro;
- il rallentamento ed interferenza col traffico veicolare cittadino;
- l’igiene;
- gli odori e la formazione di gas
- l’inquinamento dell’aria
- la sicurezza
- le condizioni di lavoro per gli addetti

Chiaramente ciascuno dei problemi sopraelencati avrà un'importanza più o meno rilevante a seconda del contesto analizzato (aree residenziali, centri urbani e centri storici, aree di nuova costruzione, aeroporti, aree industriali, etc...).

4.4 La raccolta differenziata nelle aree residenziali: modalità e problematiche connesse

Negli ultimi anni la tecnologia moderna ha rivoluzionato completamente molti aspetti della nostra vita quotidiana. Nel settore delle telecomunicazioni, dell'informatica, dell'elettronica, e del trasporto, ad esempio, il progresso si fa sentire ad un ritmo vertiginoso.

Nonostante ciò, nella maggior parte delle città, i rifiuti vengono ancora raccolti manualmente, più o meno con le stesse modalità di cento anni fa.

Nelle aree residenziali ad alta densità abitativa la quantità di rifiuti prodotta giornalmente è notevole e proviene non solo dalle unità abitative, ma anche dai negozi e dalle attività lavorative connesse all'area (palestre, centri del benessere, servizi vari, etc...). L'alta densità abitativa richiede che vengano predisposti un numero sufficiente di punti di raccolta per dotare il corrispondente bacino d'utenza. Reperire lo spazio può essere facilmente risolvibile, trattandosi, da un punto di vista urbanistico, di aree studiate per i servizi dei residenti, ma ciò comporta, comunque, il sacrificio di una considerevole superficie utile per trovare una collocazione fisica, fissa, ai tradizionali cassonetti.

Come sottolineato in precedenza, si vanno a creare delle vere e proprie "isole" che si configurano, in tutto e per tutto, come detrattori della qualità dello spazio urbano e della qualità della vita di una comunità in termini di livello di comfort. Infatti si tratta di un ingombro fisico che mal si inserisce nel contesto dell'arredo urbano, che impatta con violenza da un punto di vista visivo (nei colori e nelle forme), che attrae animali ed insetti,

che crea sgradevoli odori, gas e vari problemi di igiene e soprattutto comunica un'immagine di trascuratezza del quartiere.

L'area residenziale, come distretto urbano, risente in misura minore del problema dell'intasamento del traffico causato dai camion per la raccolta; in genere, infatti, in queste aree le strade sono sufficientemente larghe da consentire il lavoro dei mezzi senza occludere il traffico veicolare cittadino, o comunque limitandone il livello di disagio.

Pertanto, in questa tipologia di contesto, il problema più sentito è legato all'impatto visivo, all'igiene e allo spreco di superficie pubblica da destinare alla localizzazione dei cassonetti stradali.

4.5 La raccolta differenziata nei centri urbani e nei centri storici

Qualsiasi considerazione precedentemente fatta si complica notevolmente se calata nella realtà dei centri urbani e dei centri storici, delle nostre città italiane così come di tutte le città del mondo. I centri delle città sono il fulcro dinamico delle più diverse attività: commercio, uffici, negozi, ristoranti, abitazioni, funzioni diverse che condividono gli stessi spazi e spesso i medesimi edifici.

I centri di questo tipo, una realtà ben nota alla maggior parte delle città italiane, richiedono una particolare attenzione quando sono teatro di processi di modernizzazione e di sviluppo. Qualsiasi cambiamento deve tutelare il patrimonio storico, e deve avere la massima cura nel non danneggiare in alcun modo beni architettonici di valore artistico.

In questo contesto il problema della raccolta dei rifiuti risulta estremamente complicato. Nei centri storici infatti la tradizionale raccolta dei rifiuti è ostacolata da:

- infrastrutture antiquate;
- strade strette e tortuose inadeguate al passaggio dei camion;

- propicienza delle abitazioni alle strade;
- esiguità degli spazi da destinare allo stazionamento dei cassonetti (questo limita, se non addirittura impedisce, la possibilità di separare i materiali per la raccolta differenziata);
- severe norme igieniche ed estetiche per i centri di attrazione turistica;
- problemi di sicurezza.

Una modalità spesso adottata per risolvere tutti questi problemi è la cosiddetta raccolta “ porta a porta”, che si configura come l’unica soluzione possibile e al tempo stesso come la peggiore scelta in termini di livello di comfort, igiene e qualità.

I contenitori vengono svuotati meno agevolmente, questo implica che in zone densamente abitate l’impatto visivo peggiori ulteriormente a causa dei cumuli di rifiuti che si vengono quotidianamente a creare intorno ai contenitori stessi. Problemi di igiene, odori, presenza di animali ne derivano di conseguenza.

Ciascuno dei disagi e degli impatti legati alla raccolta dei rifiuti trova in questo contesto il massimo della problematicità.

4.6 La raccolta differenziata nelle nuove aree residenziali

Nelle aree densamente abitate e nelle aree nelle quali vi è una predominanza di edifici a sviluppo verticale con un discreto numero di unità abitative, vengono prodotte mediamente delle grandi quantità di rifiuti, non solo dalle residenze, ma soprattutto dalle attività lavorative, dai negozi, dai ristoranti, così come da tutti gli altri servizi pubblici.

Nelle nuove aree residenziali alcune delle problematiche generali sopraelencate possono essere affrontate e risolte in maniera più semplice. In linea di massima il problema del reperimento degli spazi necessari è facilmente risolvibile, soprattutto se vengono rispettati gli standard

urbanistici. Resta comunque, concettualmente, il tema dello spreco di suolo pubblico per utilizzi poco qualificanti a scapito di altre funzioni. Gli impatti sono i medesimi, ma le superfici e le tipologie urbane su cui sono calati ne ridimensionano l'entità. La tendenza in queste aree è quella di dotare il bacino di utenza servito di un numero spropositato di "isole di campane-contenitori", per dimensionare il servizio di raccolta dei rifiuti sulle effettive esigenze degli abitanti. Il tutto si risolve in lunghissime file di cassonetti, che spesso superano la decina di unità, disposte alla base dei nuovi condomini.

I problemi legati all'inquinamento dell'aria, all'ambiente, alla sicurezza e alle condizioni di lavoro degli addetti alla nettezza urbana restano i medesimi a prescindere dal contesto analizzato.

4.7 Considerazioni riassuntive sulle problematiche generali

Le problematiche connesse alla raccolta dei rifiuti possono essere raggruppate per tipologie: problematiche legate ad aspetti ambientali, problematiche legate al tema dello spazio (spazi necessari e spazi sprecati), problematiche legate ai veicoli preposti allo svuotamento dei contenitori, carenze infrastrutturali, morfologia urbana, impatti visivi, inquinamento acustico e disturbo della quiete, problemi di sicurezza e igiene, aspetti legati alla condizione degli addetti ai lavori, immagine della città, il tutto traducibile in problemi di degrado urbano e qualità della vita.

Ciascuna problematica, come sottolineato in precedenza, si riflette in maniera più o meno incisiva sul cittadino e sulla città, a seconda del contesto considerato. Pertanto, l'analisi critica di tali problematiche, si può riassumere in una matrice in cui siano valutate le singole voci in relazione a tre scenari urbani: centri storici, aree residenziali e aree residenziali di nuova costruzione. Il colore rosso indica un problema grave, il rosa un problema semi-grave, il giallo un problema quasi accettabile, il verde una situazione non grave e accettabile.

Tabella 4.1. Tabella riassuntiva della problematiche e valutazione dell'incidenza della singola problematica in relazione al contesto urbano.

PROBLEMATICA	CENTRO STORICO	AREA RESIDENZIALE	NUOVA AREA RESIDENZIALE
inquinamento dell'aria dovuto agli scarichi dei camion	grave	grave	grave
rallentamento della raccolta differenziata	grave	grave	grave
spazio necessario per posizionare cassonetti stradali	grave	grave	grave
spreco di spazio pubblico	grave	grave	grave
spazio di manovra veicoli	grave	grave	grave
accumulo rifiuti	grave	grave	grave
impatto visivo campana di raccolta	grave	grave	grave
dimensione isola di raccolta	grave	grave	grave
degrado urbano	grave	grave	grave
rumore veicoli preposti	grave	grave	grave
rumore operazioni scarico notturne	grave	grave	grave
rallentamento del traffico veicolare cittadino	grave	grave	grave
ingresso nelle strade strette	grave	grave	grave
gas di scarico-utenti	grave	grave	grave
gas di scarico-operatori	grave	grave	grave
sicurezza (pedoni, ciclisti)	grave	grave	grave
sicurezza operatori	grave	grave	grave
condizioni di lavoro	grave	grave	grave
igiene generale	grave	grave	grave
odori	grave	grave	grave
presenza di animali	grave	grave	grave
gestione generale	grave	grave	grave
immagine della città	grave	grave	grave
costi di gestione	grave	grave	grave
disagio del cittadino	grave	grave	grave
	grave	grave	grave
	medio-rilevante	grave	grave
	scarso	grave	grave
	non esistente	grave	grave

In tabella 4.1 si riporta una matrice riepilogativa delle problematiche, dalla quale emerge chiaramente che il centro storico si configura come lo scenario più penalizzato dalla raccolta dei rifiuti urbani con il metodo tradizionale.

Quasi tutti gli aspetti analizzati infatti, risultano nella peggiore delle condizioni; le aree residenziali invece presentano una situazione di gravità media, con alcune punte di negatività nel campo della sicurezza degli utenti, dei lavoratori e delle condizioni di lavoro, di igiene e di inquinamento dell'aria. Il contesto urbano nel quale si risente, nel complesso, in misura meno rilevante di tutti i problemi risulta la nuova area residenziale, fermo restando che l'immagine della città viene comunque danneggiata

5 ANALISI DELLE METODOLOGIE ALTERNATIVE

5.1 Premessa

Il problema della raccolta dei rifiuti solidi nelle città è un tema molto attuale; è un problema che col passare degli anni si sta rivelando di dimensioni preoccupanti e la cui entità è ormai sotto gli occhi di tutti: cittadini, amministrazioni, legislatori, tecnici, politici.

La possibilità di utilizzare delle metodologie alternative ambientalmente e urbanisticamente sostenibili appare come l'unica via d'uscita.

Di seguito si riporta la descrizione di alcuni metodi differenti dal tradizionale che alcune città hanno sperimentato o stanno sperimentando, più o meno con successo, per cercare di dare una soluzione ad alcune delle problematiche elencate nel precedente capitolo.

5.2 La raccolta pneumatica dei rifiuti

La normativa Europea, così come la legge italiana, impone di raccogliere separatamente i rifiuti secondo determinate categorie di materiali.

La raccolta differenziata però, allo stato attuale delle cose, si svolge secondo un procedimento che non può considerarsi sostenibile. Le modalità di conferimento da parte degli utenti e di raccolta da parte dei mezzi pesanti creano una serie di disagi che si ripercuotono sulla qualità dello spazio urbano, e sulla qualità della vita dei cittadini.

Per rendersi conto dell'entità del problema è sufficiente soffermarsi a pensare anche solo per un attimo a quante volte i cittadini del centro vengono svegliati dal rumore dei camion della spazzatura che svuotano i

cassonetti nel cuore della notte, o ai disagi che gli stessi provocano alla viabilità in determinate fasce orarie, o nelle strade strette del centro. Basta pensare ai cattivi odori provocati dai sacchetti, all'impatto visivo dei punti di raccolta, che oramai, con la raccolta differenziata sono diventate delle vere e proprie "isole di cassonetti" dai colori improbabili che occupano ampie superfici sottraendo spazio utile ai quartieri; pensiamo alla raccolta differenziata porta a porta fatta nei centri storici, che non hanno lo spazio per dotare le proprie strade delle apposite campane di raccolta dei materiali.

Questi sono solo alcuni degli inconvenienti che presenta il metodo tradizionale di raccolta dei rifiuti solidi urbani. Molti di questi problemi si potrebbero eliminare con un sistema innovativo che sta trovando applicazione in sempre più città europee: la raccolta pneumatica dei rifiuti. La raccolta pneumatica, che consiste nel depositare i rifiuti all'interno di apposite colonnine collegate ad una centrale tramite un sistema di condotte sotterranee, si configura come la soluzione ottimale per una raccolta dei rifiuti efficiente, sostenibile e di qualità.

Fondamentalmente si tratta di un'idea molto semplice: anziché avere un camion che attraversa le strade per svuotare i cassonetti, si introducono i sacchetti direttamente in appositi bussolotti, direttamente collegati, tramite un sistema di condotte pneumatiche sotterranee, ad una centrale di raccolta. In questo punto può essere raccolta con più facilità, o trattata direttamente, riciclando e separando i diversi materiali.

Però la comodità per il cittadino è solo uno dei vantaggi di questo sistema, che in Spagna sta trovando un ampio utilizzo in diversi ambiti. Si evitano rumori, odori, formazione di gas, migliora la qualità ambientale dello spazio urbano, permette di separare le diverse frazioni già all'origine (il che facilita le operazioni successive per il riciclaggio), libera spazio utile nelle strade ed evita manipolazioni dirette con la spazzatura.....

Una centrale può servire oltre 25.000 abitanti in oltre 8.000 abitazioni. Sono cifre importanti per un sistema che ulteriormente studiato

potrà, in un futuro, trovare una maggior diffusione e rendere le città più vivibili e pulite.

Questo è uno dei motivi che sta spingendo molte amministrazioni a dotare di questo servizio le zone pedonali, che si configurano come spazi che traggono maggiori vantaggi dai sistemi pneumatici, per l'impossibilità di far circolare i camion.

Ad esempio, i centri storici di Palma di Maiorca (10.000 abitazioni), Leon (2.500) e Vitoria (3.000 abitazioni) sono serviti da un sistema di raccolta pneumatica. Di recente è stato inaugurato anche a Siviglia per il quartiere di Santa Cruz (3.100 abitazioni) e a breve inizieranno i lavori nella Ciudad Vella di Barcellona, in cui saranno predisposti 800 punti di raccolta nelle strade che serviranno fino a 60.000 abitanti.

Fondamentalmente il sistema ha due modalità: il sistema fisso e il sistema mobile.. In entrambi i casi la spazzatura è trasportata da una corrente d'aria attraverso una rete di tubazioni sotterranee. L'aria utilizzata viene filtrata prima di essere reimpressa in atmosfera e normalmente è più pulita in uscita dal sistema piuttosto che in entrata.

Il sistema statico è il più consigliabile per le aree urbane a media o alta densità abitativa (edificazione). Il materiale da smaltire viaggia attraverso la rete di condotte sotterranee fino ad una centrale di raccolta, in cui viene immagazzinato in contenitori ermeticamente sigillati pronti per essere trasportati nei rispettivi luoghi di trattamento.

Le saracinesche collocate all'interno degli edifici sono collegate alla rete sotterranea attraverso valvole idrauliche che aprono automaticamente ad intervalli di tempo regolari e programmabili. Le colonnine per il conferimento possono essere sistemate all'esterno o direttamente all'interno di ciascun edificio.

5.2.1 Sistema fisso

Lo schema funzionale di un sistema fisso di raccolta pneumatica dei rifiuti è il seguente (Figura 5.1):



Figura 5.1. Schematizzazione e sezione del funzionamento di un sistema fisso di raccolta pneumatica.

- 1) Il sacchetto dei rifiuti viene inserito nello sportello di una apposita colonnina situata all'esterno (a) o all'interno (b) dell'edificio e viene temporaneamente tenuto all'interno della colonna stessa, che è dotata di un piano a scorrimento verticale, al di sopra di una valvola di scarico. Ad intervalli di tempo regolari, programmati e controllati dal computer di controllo del sistema della centrale di raccolta, si aprono le valvole idrauliche e tutte le colonnine che hanno raggiunto il livello di pieno vengono svuotate. I piani scorrevoli delle colonne (ascensori) possono anche essere dotati di un sensore di livello che invii un segnale al sistema di controllo per svuotare la colonna una volta raggiunto il livello massimo di carico.
- 2) Il sistema di controllo, a questo punto, aziona le ventole, si crea il vuoto all'interno della rete, e si apre una valvola (Figura 5.2) che permette l'ingresso del flusso dell'aria all'interno del sistema. Le valvole di scarico al

di sotto di ciascuna colonnina si aprono una alla volta, e i sacchetti dei rifiuti depositati cadono per gravità nel tratto orizzontale della condotta.

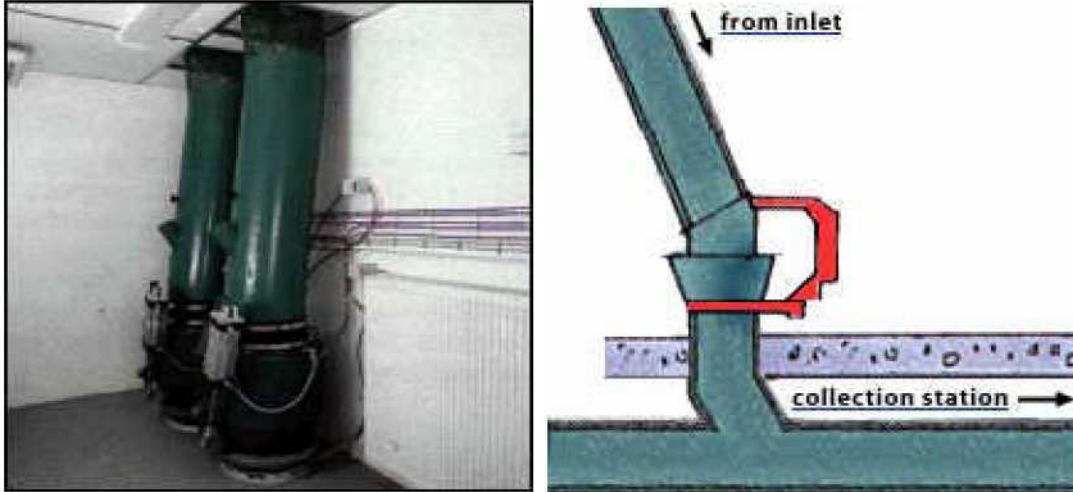


Figura 5.2. Foto e sezione schematica della valvola di scarico. Lo sportello di entrata è collegato tramite uno scivolo verticale alla valvola di scarico. Quando il sistema aziona la valvola i rifiuti cadono per gravità nel tratto orizzontale della rete di condotte. La fotografia mostra un sistema che gestisce due distinti flussi di materiali.

- 3) I rifiuti viaggiano all'interno della rete verso la centrale di raccolta ad una velocità di circa 60-70 km/h.
- 4) I rifiuti entrano nella stazione di raccolta, cadendo all'interno di un grosso container dotato di compattatore (Figura 5.3). Mediamente i container hanno una capienza di circa 30 m³. I punti di raccolta sono situati nelle vicinanze delle strade principali.

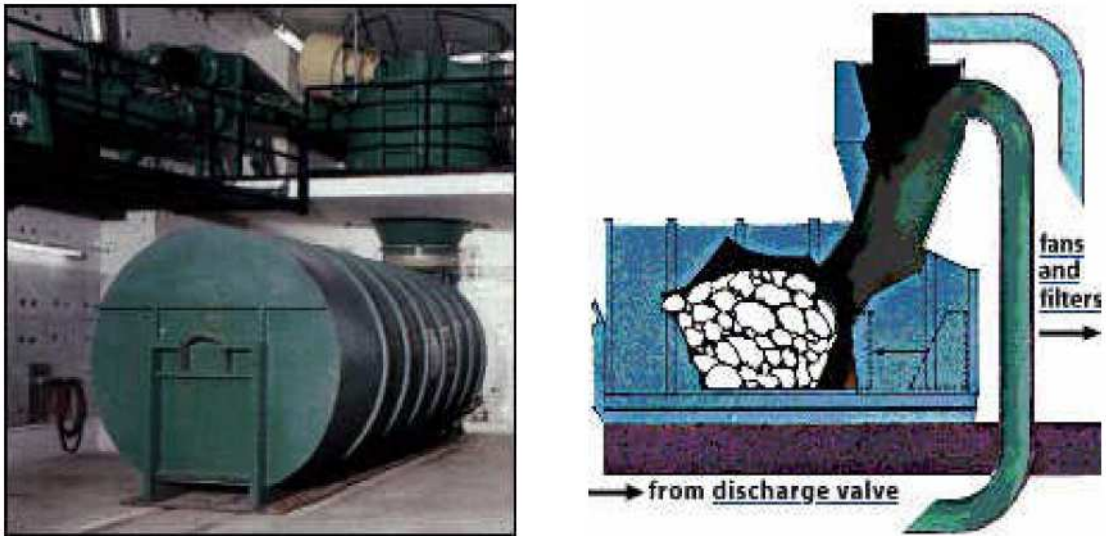


Figura 5.3. Foto e sezione schematica della centrale in cui converge il contenuto delle singole colonne di raccolta.



Figura 5.4. Un sistema di ventole crea il vuoto all'interno delle condotte. Il flusso d'aria che ha veicolato i rifiuti viene filtrato per eliminare le polveri e passa attraverso un silenziatore prima di essere reimpresso in atmosfera.

5) Prima di essere reimpresso in atmosfera, il flusso d'aria di trasporto passa attraverso una serie di biofiltri (Figura 5.4) e normalmente risulta più pulito in uscita piuttosto che in ingresso.

Quando il sistema è progettato per il riciclaggio, si predispone una colonna con valvola e un container per ciascuna categoria raccolta. Il sistema di controllo comanda una valvola che devia il percorso dei rifiuti smistandoli nel container relativo.

Il sistema fisso è particolarmente indicato nelle grandi aree residenziali. Negli ospedali, nei grandi centri commerciali, negli aeroporti il sistema è dotato di modelli speciali di colonne di carico, progettate proprio per permettere l'immissione di sacchi dalle dimensioni maggiori, come questo tipo di campi di applicazione richiede.

5.2.2 Sistema mobile

Lo schema funzionale di un sistema fisso di raccolta pneumatica dei rifiuti è il seguente (Figura 5.5):

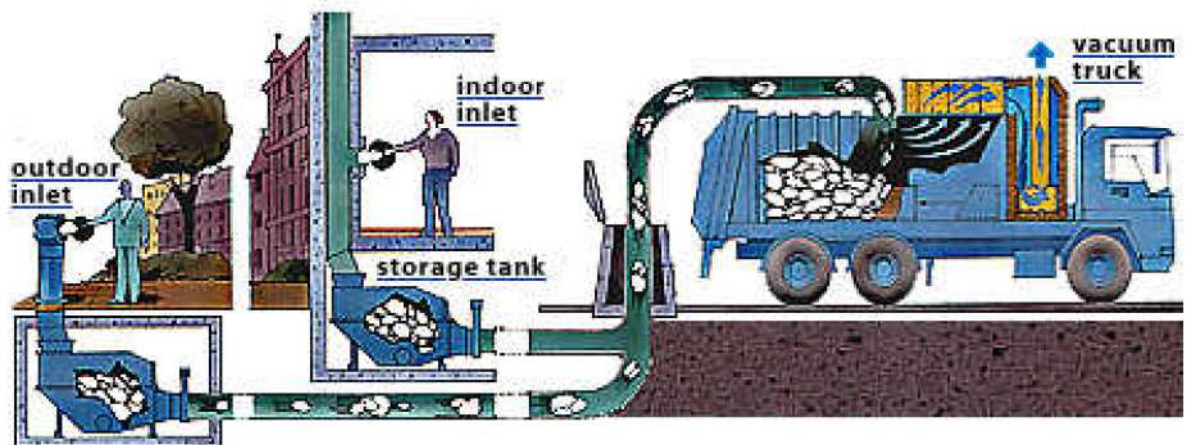


Figura 5.5. Schematizzazione e sezione del funzionamento di un sistema mobile per la raccolta pneumatica.

Il sistema mobile è concettualmente molto simile al sistema pneumatico fisso, e viene utilizzato per risolvere i problemi legati alla raccolta dei rifiuti soprattutto nelle aree residenziali di dimensioni contenute.

La modalità di conferimento da parte del cittadino è la medesima: il sacchetto viene depositato nelle colonnine di conferimento (per strada o negli edifici) viene temporaneamente tenuto all'interno della colonna stessa in un'apposito contenitore di stoccaggio (la cui capacità può variare

da 1 a 3 metri cubi). Il sistema di condotte sotterranee mette in collegamento questi contenitori di stoccaggio con dei punti di raccolta strategicamente posizionati sul territorio in modo da evitare il transito dei camion per lo svuotamento dei contenitori, nelle strade dei quartieri residenziali. I camion speciali, dotati di sistema di aspirazione ad aria compressa a bordo, si connettono a tali punti, azionano il sistema, creano il vuoto nella condotta e provvedono allo svuotamento dei cassonetti.

I sacchetti vengono trasportati all'interno delle condotte ad una velocità di 80-100 km/h. Ciascun contenitore viene completamente svuotato in un minuto circa ed il sistema è dimensionato per provvedere allo svuotamento due volte alla settimana.

Il sacchetto, all'interno del camion viene compattato. Ciascun camion può caricare fino a 7 tonnellate di rifiuti. Questo sistema può essere adattato anche alla raccolta di più frazioni di rifiuto. In questo caso, i punti di suzione saranno più di uno.

5.3 Cassonetti a scomparsa

Alcune aziende hanno progettato un'innovativa metodologia per depositare e raccogliere i rifiuti solidi urbani (RSU) nelle città. Esistono sistemi che consentono il ricovero nel sottosuolo di cassonetti per la raccolta differenziata dei rifiuti prodotti a livello residenziale, industriale e commerciale.

A quota campagna sono presenti solo alcuni piccoli contenitori, nascosti da una parziale barriera verde. In questo modo tali sistemi si inseriscono nell'ambiente configurandosi come elementi di arredo urbano. I ridotti passaggi per gli svuotamenti, la maggior capienza dei contenitori sottostanti e la raccolta differenziata sono alcuni dei molti vantaggi del procedimento. L'utente inserisce all'interno del piccolo contenitore, posto a livello strada, il rifiuto in base alla tipologia. Il rifiuto scende nel cassonetto sottostante più ampio.

Periodicamente i cassonetti presenti nel sottosuolo vengono prelevati (facendo salire i due ripiani mediante comandi a chiave) dagli operatori ecologici e svuotati mediante il tradizionale procedimento di raccolta. terminate le operazioni di svuotamento e/o pulizia, l'operatore fa scendere le due piattaforme e il sistema è pronto ad accogliere altri rifiuti con una notevole capienza.

5.3.1 Descrizione tecnica

Il sistema di elevazione elettro-idraulico è composto di pantografo e cilindri idraulici per la movimentazione di salita e di discesa delle piattaforme.

Il pianale superiore può essere ricoperto con una pavimentazione a scelta e a carico del cliente. E' prevista inoltre una canalina perimetrale di raccolta acqua (profilo in acciaio zincato con larghezza 8 cm. e altezza da definire in base allo spessore della pavimentazione) da posizionare sul bordo superiore del foro.

Dispositivi di sicurezza
Sicurezza elettro-idraulica (valvola direzionale a solenoide) inserita durante la salita e discesa; sicurezze di blocco applicate sui cilindri. Dispositivi di comando applicato esternamente al raggio di azione dell'impianto.

Il funzionamento dell'impianto avviene esclusivamente agendo sul pulsante dopo aver inserito la chiave (oppure, a scelta del cliente, con sistema a radio comando a breve distanza). E' prevista inoltre una sicurezza perimetrale anticesoiamento, posta sulla pedana superiore, per gli operatori.

Componenti elettrici
Impiantistica elettrica realizzata secondo norma CEI 64-2. Quadro comando, o radiocomando, attivato a bassa tensione (24 volt), quadro

generale di gestione dei componenti elettrici. Motore elettrico, applicato su gruppo idraulico, alimentato da corrente trifase 380 Volt. Fine corsa elettrici. Tutti gli apparati elettrici sono a indice di protezione IP 54.

5.4 I bancomat per i rifiuti

A Garda, comune in provincia di Verona, è stata proposta in via sperimentale un'alternativa ai cassonetti stradali tradizionali. Potremmo dire che i cassonetti sono stati sostituiti dai "bancomat". L'esperimento consiste nell'effettuare la raccolta differenziata con una apparecchiatura hi-tech che al bancomat assomiglia molto, almeno concettualmente.

A Garda il progetto ha un duplice obiettivo: adeguarsi al Decreto Ronchi in fatto di raccolta differenziata, ma anche nascondere alla vista di residenti e turisti (15.000 ogni estate), i cassonetti della spazzatura. Pertanto, è stato studiato un sistema interrato, compatto e di facile gestione che coniugasse esigenze igieniche, estetiche e ambientali.

I tradizionali cassonetti (otto nella fase sperimentale iniziale) sono stati interrati. All'esterno è visibile soltanto un totem in acciaio touch screen multilingue, dotato di fessura per l'inserimento della tessera magnetica (personale del singolo cittadino) e di uno sportello per depositare i rifiuti.

Il tutto è gestito da un computer collegato alla rete gestionale informatica del comune, che registra cosa viene depositato (carta, metalli vetro, plastica, etc...), in che quantità e da chi. Poi il sistema indirizza il rifiuto nel contenitore sottostante corrispondente.

Il sistema detto "Isola", frutto di una trentennale esperienza nel settore della tecnologia per la raccolta dei rifiuti, è in funzione a Garda dall'ottobre del 2004 e nella prima fase serviva circa 600 abitanti.

5.5 Considerazioni riassuntive sulle metodologie alternative studiate

La tabella 5.1 propone un confronto sottoforma di matrice, tra le problematiche analizzate nel capitolo precedente e le possibili soluzioni sulla base di tre diverse alternative alla raccolta manuale tradizionale.

La matrice mostra chiaramente come il sistema attualmente utilizzato non possa ritenersi ambientalmente e urbanisticamente sostenibile. Col colore rosso si è indicato un problema che permane in maniera non accettabile, col colore rosa un problema semi grave, col colore giallo un problema che viene in parte risolto, col verde un problema eliminato del tutto o in maniera accettabile.

Delle tre soluzioni alternative proposte l'unica che risolve o migliora una buona parte degli aspetti negativi evidenziati risulta essere la raccolta pneumatica. Infatti, i cassonetti a scomparsa possono ritenersi una soluzione valida per minimizzare gli impatti visivi, ridurre i problemi d'igiene, e migliorare l'immagine della città, ma non possono migliorare gli aspetti di gestione, le interferenze col traffico, le esigenze di spazi di manovra e soprattutto hanno dei costi non ammortizzabili nel tempo.

Concettualmente simile l'ipotesi dei bancomat per i rifiuti, dove oltre ai costi di installazione e manutenzione molto elevati, permangono tutte le problematiche legate alle infrastrutture, alla sicurezza (poiché è comunque necessario il passaggio dei veicoli pesanti per lo svuotamento dei contenitori), al rallentamento della gestione della raccolta differenziata.

Il sistema della raccolta pneumatica, invece, riesce a portare ad un buon livello di accettabilità ciascuno degli aspetti negativi evidenziati nei diversi ambiti urbani, compresi i centri storici, che nel capitolo precedente sono stati indicati come obiettivo sensibile della ricerca.

PROBLEMATICA	Metodo utilizzato			
	Raccolta tradizionale	Cassonetti scomparsa	Bancomat rifiuti	Raccolta pneumatica
inquinamento dell'aria dovuto agli scarichi dei camion	Red	Red	Red	Red
rallentamento della raccolta differenziata	Red	Pink	Pink	Red
spazio necessario per posizionare cassonetti stradali	Red	Red	Red	Red
spreco di spazio pubblico	Red	Yellow	Pink	Yellow
spazio di manovra veicoli	Red	Red	Red	Yellow
accumulo rifiuti	Red	Red	Red	Red
impatto visivo campana di raccolta	Red	Green	Green	Green
dimensione isola di raccolta	Red	Green	Green	Green
degrado urbano	Red	Green	Green	Green
rumore veicoli preposti	Red	Yellow	Yellow	Yellow
rumore operazioni scarico notturne	Red	Pink	Pink	Green
rallentamento del traffico veicolare cittadino	Red	Pink	Pink	Green
ingresso nelle strade strette	Red	Red	Red	Green
gas di scarico-utenti	Red	Pink	Pink	Green
gas di scarico-operatori	Red	Yellow	Yellow	Yellow
sicurezza (pedoni, ciclisti)	Red	Red	Red	Green
sicurezza operatori	Red	Pink	Pink	Green
condizioni di lavoro	Red	Pink	Pink	Green
igiene generale	Red	Yellow	Yellow	Green
odori	Red	Green	Green	Green
presenza di animali	Red	Green	Green	Green
gestione generale	Red	Yellow	Yellow	Yellow
immagine della città	Red	Green	Green	Green
costi di gestione	Red	Yellow	Yellow	Yellow
costi di progettazione	Red	Red	Red	Red
plus valore scientifico	Red	Yellow	Yellow	Green

Tabella 5. 1. Comparazione tra metodi diversi e effetti rilevati sulle problematiche.

6 LA RACCOLTA PNEUMATICA DEI RIFIUTI

6.1 La raccolta pneumatica come alternativa sostenibile?

Alla luce di tutte le considerazioni precedentemente fatte, la raccolta pneumatica potrebbe risultare l'unica alternativa veramente sostenibile alla lunga serie di problemi sopraelencati.

Segue una dettagliata analisi tecnico illustrativa di tutto il sistema, che affronta nei dettagli il funzionamento di tutte le parti che lo compongono e il relativo dimensionamento.

6.2 Descrizione generale del sistema di raccolta pneumatica dei rifiuti solidi urbani: premessa

La necessità di trovare soluzioni alternative per la raccolta dei rifiuti solidi urbani nelle aree residenziali è nata in Svezia circa 40 anni fa. Dopo avere analizzato il sistema di raccolta tradizionale, risultò impossibile migliorarne gli aspetti sanitari e ambientali e contenerne i continui incrementi dei costi.

In risposta a queste necessità si incominciò a sviluppare un sistema di raccolta automatizzato capace di trasportare i rifiuti dal luogo d'origine ad un punto di raccolta di facile accesso tramite l'impiego di flussi d'aria all'interno di condotti. Durante lo sviluppo del sistema si dovettero risolvere diversi problemi tecnici. In quegli anni il trasporto pneumatico di granulati omogenei era una tecnica ben nota, ma il possibile comportamento di un materiale totalmente eterogeneo all'interno di condotte che ne permettevano il trasporto era completamente sconosciuta. Si doveva inoltre trovare un modo per separare il mezzo di trasporto (l'aria) dai rifiuti e ideare un sistema sicuro per introdurre i rifiuti nel sistema.

Dopo aver installato un primo piccolo sistema di raccolta pneumatica nell'ospedale di Solleftea (Svezia), si mise in funzione il primo grosso sistema del mondo in un'area residenziale, nel 1967 a Sundbyberg, un sobborgo di Stoccolma. Questa installazione, alla quale in un primo momento furono collegati 600 appartamenti, è stata ampliata in diverse tappe sino a servire oggi più di 2.000 appartamenti, o meglio circa 7.000 residenti. L'esperienza di questa prima installazione, che sin d'allora funziona senza alcuna interruzione e che ha già raccolto più di 25.000 tonnellate (un quarto di milione di metri cubi) di rifiuti, è stata estremamente positiva.

Durante i successivi cinque/sei anni si installarono 25 sistemi di raccolta pneumatica in diverse parti del mondo. A Stoccolma circa 20.000 abitazioni e 9 nuove urbanizzazioni furono servite con la raccolta pneumatica; nella allora Germania Occidentale, nel Villaggio Olimpico di Monaco '72 furono collegate ad un nostro sistema 5.500 appartamenti; in Venezuela, l'area residenziale del Parque Central con 7.500 abitazioni; negli Stati Uniti , Walt Disney World in Florida, etc.

Oggi, più di 600 installazioni di raccolta pneumatica dei rifiuti solidi urbani sono in funzione nel mondo. Nella sola area metropolitana di Stoccolma, circa il 25% delle abitazioni sono collegate ai vari sistemi di raccolta pneumatici; e questa percentuale è in continuo aumento, dato che ogni anno mettiamo in funzione un nuovo impianto o colleghiamo ulteriori abitazioni.

Oggi giorno non si installano sistemi di raccolta pneumatici solo nelle aree residenziali di nuova costruzione, ma anche in aree già consolidate. Ovviamente in questo caso i costi di installazione e posa dei condotti sono più elevati che nelle aree di nuova costruzione ma comunque la raccolta pneumatica dei rifiuti rimane più economica di quella convenzionale.

La raccolta dei rifiuti solidi urbani con un sistema pneumatico ha ormai dimostrato che oggi non solo è possibile eliminare gli inconvenienti della raccolta tradizionale, ma si possono anche ridurre i suoi costi.

6.3 Introduzione al sistema

Grazie al sistema di raccolta pneumatica, i rifiuti sono trasportati dal loro sito d'origine, aspirati attraverso dei condotti sotterranei, sino ad una centrale di raccolta dove sono introdotti in container di diverse misure. (Vedi Figura 6.1).

I rifiuti sono conferiti attraverso dei **chiusini di conferimento (2)**. **Tubi verticali (1)** connettono questi chiusini con le **valvole di accesso dei rifiuti (3)**, situate negli scantinati degli edifici serviti dal sistema o sotto il livello stradale. All'estremità di ogni ramo del condotto principale una **valvola d'aria (4)** regola l'entrata dell'aria nel sistema. Le valvole d'accesso dei rifiuti si aprono due o più volte al giorno, facendo cadere i rifiuti nella **rete principale dei condotti di trasporto (5)**, dove sono aspirati da una potente corrente d'aria. Il sistema prevede l'installazione di **valvole di sezionamento (6)** che isolano i rami della rete principale che si vogliono raccogliere.

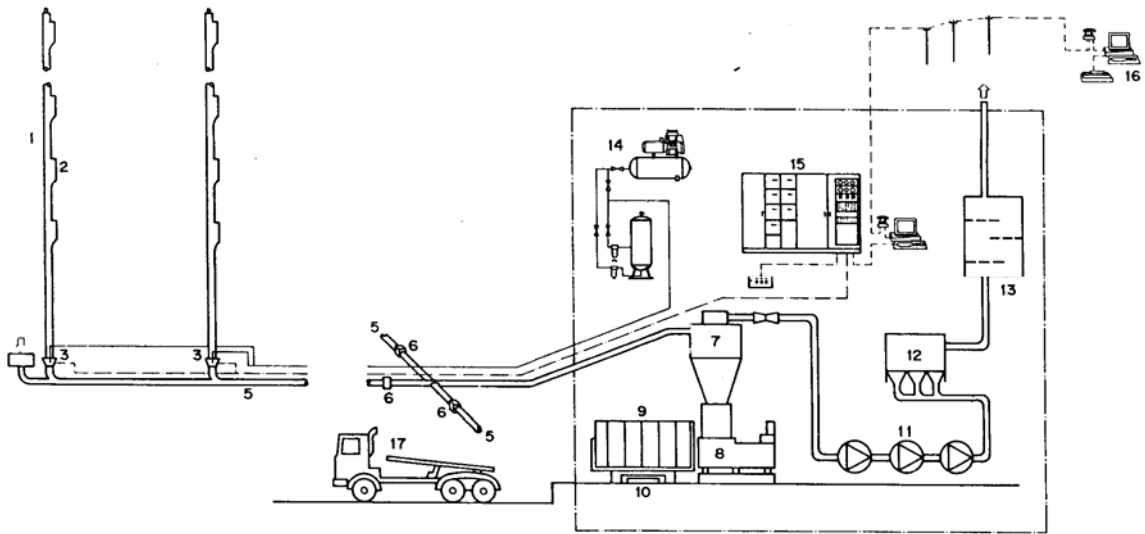


Figura 6.1. Schema di funzionamento del sistema di raccolta pneumatica.

Dentro la centrale di raccolta i rifiuti sono separati dall'aria di trasporto nei **cycloni di separazione (7)**. I rifiuti cadono per gravità dentro i **compattatori (8)**, che spingono e compattano i rifiuti dentro dei **container(9)** più o meno grandi. Un **carro ponte** sposta poi i vari container pieni sostituendoli con quelli vuoti.

L'aspirazione che rende possibile il trasporto pneumatico è sviluppata da dei **turbo estrattori (10)**, connessi in serie. Una volta separata l'aria dai rifiuti, questa viene aspirata in una **sala filtri (11)** dove inizialmente le particelle di polvere sono abbattute con un filtro fisico e poi, attraverso un filtro di carboni attivi, anche tutti gli odori sono eliminati. Prima di essere rimessa nell'ambiente, l'aria passa anche attraverso un **silenziatore (12)**. Un **compressore d'aria (13)** somministra al sistema l'aria compressa necessaria per attivare tutte le valvole poste lungo il sistema e dotate di pistoni ad aria compressa.

Il processo di raccolta, che funziona automaticamente, è controllato da un **software di gestione e controllo (14)**. Tale software è internet compatibile e pertanto l'impianto può essere gestito anche in remoto senza alcuna difficoltà.

L'ultima operazione, l'unica ancora manuale, è il trasporto dei container a mezzo **camion (15)** dopo essere stati caricati dal carro ponte della centrale per essere inviati alla destinazione finale dei rifiuti. Il container, una volta scaricato, torna alla centrale pronto per un nuovo ciclo.

6.4 Descrizione tecnica del sistema di raccolta pneumatica

I moderni sistemi di raccolta pneumatici e differenziati dei rifiuti possono essere installati in aree residenziali aventi un numero di appartamenti equivalenti compresi tra 200 e 10.000, in ospedali, negli aeroporti e nelle cucine industriali. Le diverse frazioni di rifiuti separate tramite differenti punti di conferimento sono trasportate attraverso un'unica rete generale senza alcun processo di triturazione a monte. Nel caso specifico degli ospedali è anche possibile effettuare la raccolta della biancheria sporca, utilizzando una rete di condotte differente da quella usata per il trasporto dei rifiuti.

Tali sistemi sono composti dalle seguenti parti principali:

- Centrale di raccolta dei rifiuti.

Tutti i componenti necessari al processo di raccolta e alla sua supervisione sono installati nella centrale di raccolta dove sono convogliati tutti i rifiuti attraverso il trasporto pneumatico.

- Rete di trasporto dei rifiuti.

La rete collega la centrale di raccolta con gli edifici e i locali in cui sono prodotti i rifiuti.

- Punti di conferimento dei rifiuti.

I punti di conferimento sono costituiti dai chiusini per la raccolta dei rifiuti (inlets) e dal tubo verticale di connessione della valvola di accesso rifiuti con la condotta principale.

6.5 Centrale di raccolta dei rifiuti

6.5.1 Componenti principali

6.5.1.1 Turbo estrattori

I turbo estrattori creano una corrente di aria ed un'adeguata depressione all'interno delle condotte di trasporto dei rifiuti (Figura 6.2).

Il loro numero e la loro taglia dipendono dalla massima distanza tra la centrale di raccolta ed il punto di conferimento più lontano. Una più lunga distanza implica una capacità superiore da parte dei turbo estrattori mentre, viceversa, una distanza ridotta richiede una capacità inferiore. Normalmente una centrale di raccolte riesce a servire un'area avente raggio 2 Km dalla sua posizione.



Figura 6.2. Turboestrattori all'interno della centrale di raccolta.

Nei progetti si prevede sempre di inserire un turbo estrattore in più di quanto strettamente necessario per i seguenti motivi: in primo luogo in questo modo si utilizzano tutti i motori a turno avendo così un minor consumo di ore per ognuno, in seconda battuta si può supplire ad eventuali fermi macchina, e infine è possibile sviluppare una forza di aspirazione maggiore del normale nell'eventualità di blocchi all'interno delle condotte di trasporto.

Questi componenti sono azionati da motori elettrici attraverso accoppiamenti flessibili.

La capacità congiunta di norma risulta essere la seguente:

- Capacità totale di aspirazione:.....3 - 7 m³/s
- Depressione:.....15 - 25 kPa
- Potenza Assorbita:.....80 - 440 kW

I motori sono montati orizzontalmente sopra zoccoli anti-vibrazione in acciaio collegati con i turbo estrattori.

Le caratteristiche principali sono riportate sotto:

- Potenza per motore:.....45 - 110 kW
- Giri:.....Approx. 3.000 rpm
- Voltaggio:.....220 o 380 V trifasico.

6.5.1.2 Cicloni

I cicloni sono l'elemento della centrale che effettua la separazione primaria della frazione di rifiuti dall'aria di trasporto (Figura 6.3). Il loro numero dipende da quello delle frazioni che devono essere raccolte in modo differenziato e poi compattate. Alcune frazioni di rifiuti, come quella organica che non si può compattare perché già densa, o come altre frazioni che non hanno grossi quantitativi, vengono raccolte in modo diverso, con il sistema detto "F" che verrà descritto successivamente.

Il ciclone è stagno e le sue dimensioni più importanti sono:

- Altezza:.....Approx. 4,5 m
- Diametro:.....Approx. 2,5 m



Figura 6.3. Cicloni

I cicloni sono in acciaio ed equipaggiati con indicatori del livello di rifiuti. La parte inferiore è connessa al compattatore dei rifiuti tramite una bocca di alimentazione munita di un accoppiamento resistente alla depressione.

6.5.1.3 Separatore rotativo dei rifiuti

Nel separatore rotativo si ottiene una separazione secondaria che divide quelle parti di rifiuto che essendo troppo leggere per cadere nei compattatori hanno seguito l'aria di trasporto e quindi devono essere separate. Tale componente è dislocato nella parte superiore del ciclone ed è azionato da un motore elettrico e da un riduttore a catena a forma di V.

Le proprietà salienti sono le seguenti:

- Velocità di rotazione:.....Approx. 600 rpm
- Motore elettrico:.....7,5 kW
- Diametro:.....Approx. 1,0 m

6.5.1.4 Compattatori dei rifiuti

Il compacttatore dei rifiuti, posto sotto la bocca di alimentazione del ciclone, inserisce compacttando la corrispondente frazione dei rifiuti nell'apposito container (Figura 6.4). Il numero dei compacttatori dipende direttamente dal numero di frazioni da raccogliere con i cicloni. Tale componente, costituito da una piastra idraulica orizzontale di compacttazione, è ermeticamente chiuso per lavorare in depressione ed è connesso al ciclone e lateralmente al container. Tutte le connessioni sono sigillate e resistenti alla depressione prodotta. Il meccanismo di chiusura all'interno del compacttatore e del container è azionato automaticamente.



Figura 6.4. Compacttatore dei rifiuti.

Sotto sono riportate le caratteristiche principali:

- Dimensioni della piastra di compattazione: 0,9 x 1,3 m
- Dimensioni della camera di carico: 1,1 x 1,3 x 1.1
m
- Dimensioni del compattatore: 3,3 x 2,5 x 1,7
m
- Pressione di compattazione: 20 - 30 Ton
- Equipaggiamento elettrico: Motore di 7,5-
11kW

6.5.1.5 Sistema "F"

Le frazioni dense per loro stessa natura o con scarsi quantitativi non necessitano di essere compattate e vengono perciò immesse direttamente in un container speciale dotato di un ingresso rifiuti e aria e di un'uscita per la sola aria di trasporto (Figura 6.5). La separazione tra aria di trasporto e i rifiuti avviene all'interno del container menzionato grazie alla forza di gravità e ad uno speciale filtro a griglia che non permette la fuoriuscita dei rifiuti. L'aria di trasporto così liberata viene convogliata verso la sala filtri insieme agli altri flussi provenienti da altri contenitori o cicloni.



Figura 6.5. Sistema “F”

6.5.1.6 Valvole diversificatrici

Sono gli elementi meccanici che mantengono il frazionamento dei rifiuti fatto all’origine, posizionando il condotto di trasporto verso il ciclone o container della frazione corrispondente (Figura 6.6 e Figura 6.7).

Ne esistono di due tipi: una detta “triversora” che permette tre destinazioni, l’altra “diversora” che permette due sole destinazioni.

E’ possibile installarle singolarmente o in serie arrivando così alla differenziazione delle frazioni richieste.

Questi componenti operano per mezzo di cilindri pneumatici che consentono due movimenti: uno di rotazione e uno di accoppiamento. Ognuno di essi si ottiene grazie a valvole elettro-pneumatiche.



Figura 6.6. Valvola diversora



Figura 6.7. Valvola triversora.

L'infrastruttura della valvola "triversora" è dotata di un vassoio metallico che raccoglie qualunque tipo di rifiuto fuoriesca eventualmente da essa durante la sua attività, non necessario nella "diversora" in quanto completamente chiusa.

6.5.1.7 Container

I container che si accoppiano ai compattatori possono essere di diverse lunghezze, anche se per esperienza consigliamo sempre ai clienti di utilizzare quelli da 25 m³ in quanto di dimensioni accettabili e con una buona capacità di carico (Figura 6.7).

I container dei cicloni e quello di riserva sono di forma cilindrica con un volume nominale di 25 m³, dotati di porta di scarico e portello di alimentazione. Sono costruiti in acciaio e dotati di una struttura che ne permette il trasporto con un normale carrozzone ed un camion porta container.

Le principali caratteristiche sono le seguenti:

- Numero di container: 5 unità
- Volume di ciascun container: 25 m³
- Peso totale: 4,6 Ton ca.
- Dimensioni: Lunghezza:..... 6,2 m
 Altezza: 2,6 m
 Larghezza:..... 2,4 m
- Depressione massima all'interno del container:..... 30 kPa

Il container per il sistema "F" ha forma parallelepipedica e presenta le seguenti caratteristiche:

- Dimensioni: Lunghezza:..... 6,2 m
 Altezza: 2,6 m
 Larghezza:..... 2,4 m
- Depressione massima all'interno del container:..... 30 kPa

Entrambe le tipologie di container sono trasportabili a mezzo camion porta container 20 piedi DIN.



Figura 6.7. Container

6.5.1.8 Carro-ponte

Il sistema di trasporto dei container all'interno alla centrale di raccolta dei rifiuti è normalmente costituito da un carro-ponte dotato di spreader avente due carri con i rispettivi verricelli e ganci per agganciare e sganciare i container (Figura 6.8).

Il container, una volta riempito, viene disconnesso dal compattatore o dal sistema "F" e viene agganciato al carro-ponte, pronto per essere issato sul camion. Una volta arrivato l'autocarro e posizionatosi nell'area di carico, il carro-ponte provvede al trasferimento del container sul mezzo.

Nel caso di una frazione con grossi volumi e con necessità continua di essere raccolta, il carro-ponte provvede anche a posizionare un container di riserva davanti al compattatore di tale frazione garantendo la continuità della raccolta ed evitando qualsiasi disservizio agli utenti.

Negli altri casi si attenderà che l'automezzo compia il viaggio sino alla destinazione finale dei rifiuti per riportare il container vuotato di nuovo alla centrale di raccolta, per essere rimesso in posizione di attesa dei rifiuti o nella posizione di riserva in attesa che qualche altro container si riempia.

Il carro ponte è equipaggiato con sensori di movimento e di fine corsa per assicurare le manovre di sollevamento, carico e scarico, e per prevenire i possibili danni a persone e altri componenti. Le manovre standard per il sollevamento, carico e scarico del container sono programmate automaticamente per mezzo di un PLC.

Di seguito vengono riportate le specifiche più importanti del carro-ponte:

- Capacità massima nominale:..... 20 Ton
- Alimentazione elettrica: 380 V – 50 Hz
- Verricelli: capacità nominale 10
Ton/unità
- Azionamento: sistema manuale in
radiofrequenza, quadro speciale con PLC
- Potenza installata:.....9/1.3 kW + 0.735 kW + 2 x 0.735
kW



Figura 6.8. Carro ponte.

6.5.1.9 Sala filtri

Prima di venire espulsa nell'atmosfera, l'aria di trasporto è inviata alla sala filtri per la sua completa depurazione (Figura 6.9). Dopo la separazione dai rifiuti all'interno dei sistemi "F" e di ogni ciclone, l'aria è convogliata nella sala filtri attraversando quattro diverse camere. Le prime due sono dotate di filtri sintetici per la filtrazione a secco, aventi lo scopo di rimuovere le particelle grosse e fini dal flusso in ingresso. Le altre due camere contengono un sistema di filtri a carbone attivo impregnato chimicamente utilizzati per eliminare gli odori dal flusso entrante.

Le caratteristiche principali sono:

- Quantità dell'aria di trasporto:.....7 m³/s
- Efficienza di depurazione:Minimo 99,9%

Prima di essere espulsa, l'aria depurata attraversa un silenziatore a placche incorporato nell'edificio.



Figura 6.9. Sala filtri.

6.5.2 Componenti ausiliari

6.5.2.1 *Dispositivo di controllo della velocità dell'aria*

Il dispositivo è costituito da una valvola di regolazione, un tubo Pitot, strumenti che misurano la depressione, eccetera. Tali componenti controllano automaticamente la velocità dell'aria di trasporto all'interno dei condotti per il trasporto dei rifiuti.

6.5.2.2 *Sistema di aria compressa*

Tutte le valvole dell'aria e dei rifiuti, dislocate sulla rete di condotte per il trasferimento dei rifiuti nella centrale di raccolta, sono azionate attraverso aria compressa. Quest'ultima è prodotta all'interno della centrale e distribuita mediante tubi in polietilene collocati in parallelo con la rete di trasporto dei rifiuti (Figura 6.10).

L'aria compressa è generata da un compressore a doppio passo, equipaggiato di volante e dispositivo automatico di avvio/fermata. La pressione media di funzionamento è pari a 6 kgf/cm². Il volume di immagazzinamento dell'aria compressa è pari a 250 litri.

Prima della sua distribuzione alle valvole dell'aria di trasporto e dei rifiuti, l'aria compressa è depurata con i seguenti sistemi:

- Post-refrigeratore, funzionante con ventilatori elettrici.
- Filtro di eliminazione dell'olio.
- Essiccatore automatico per assorbimento, dotato di due torri di essiccamento e generatore di aria purificata.

Il compressore d'aria è azionato da un motore elettrico di 10 kW.



Figura 6.10. Sistema d'aria compressa.

6.5.2.3 Valvola di anti-ritorno

La valvola di anti-ritorno, anche chiamata valvola di chiusura, ha lo scopo di bloccare il senso inverso che l'aria di trasporto diretta alla sala dei filtri potrebbe imboccare. È prevista l'installazione di una valvola per ogni turbo estrattore dell'impianto. Questa valvola deve essere ispezionabile e smontabile.

6.5.2.4 Valvola di sezionamento

Tale valvola è collocata anteriormente all'ingresso di ogni unità di separazione ariarifiuto (cicloni e sistema "F") e posteriormente all'uscita dell'aria dalle varie unità, lavorando in sintonia con la valvola diversificatrice. Nel momento in cui la valvola diversificatrice invia una frazione di rifiuti ad un determinato container, le valvole di sezionamento di tale frazione devono trovarsi aperte. Queste valvole isolano ogni sistema di raccolta delle frazioni dal resto della rete, con lo scopo di evitare perdite di carico durante l'attività dell'impianto. L'elemento di chiusura delle valvole è un cilindro pneumatico e il loro controllo avviene tramite computer nella centrale.

6.5.3 Tubi e condotte all'interno della centrale

6.5.3.1 Condotte di trasporto dei rifiuti

Le varie condotte esterne di trasporto dei rifiuti nelle vicinanze della centrale si unificano in una unica che accede alla centrale stessa. All'interno della centrale i tubi sono in acciaio-carbonio con uno spessore superiore a quello della rete esterna. Questo perché i tubi, come detto sopra, della centrale sono attraversati dal flusso totale dei rifiuti e quindi l'abrasione interna risulta maggiore. Il diametro interno, come tutta la rete, è pari a 500 mm. I componenti della rete interna alla centrale dipendono dal layout di ogni singolo progetto. Le caratteristiche salienti sono comunque descritte di seguito.

1) Tubi retti

Tubi in acciaio a saldatura elicoidale o longitudinale, di qualità DIN St. 37.2.

- Diametro interiore:.....500 mm
- Spessore nominale:.....variabile
- Trattamento esteriore:Getto di sabbia SA 2 1/2,
Verniciatura RAL 6001.

2) Curve

Curve in acciaio St. 37.2 con raggio di curvatura pari a 1800 mm.

- Diametro interiore:.....500 mm
- Spessore nominale:.....variabile
- Trattamento esteriore:.....Getto di sabbia SA 2 1/2,
Verniciatura RAL 6001.

3) Altre parti e connessioni

Nella centrale sono previste l'installazione di un chiusino d'ispezione in acciaio al carbonio e le varie connessioni necessarie al corretto funzionamento dell'impianto.

4) Cavi elettrici

L'impianto prevede l'installazione di cavi elettrici per la trasmissione dei segnali elettronici tra la centrale e tutte le valvole dell'aria e dei rifiuti. Tali cavi, assieme a quelli dell'aria compressa, sono posati parallelamente alla rete di trasporto dei rifiuti all'interno di un tubo corrugato di protezione in polietilene.

5) Tubi per l'aria compressa

I tubi dell'aria compressa collegano il compressore d'aria della centrale con tutte le valvole dell'aria e dei rifiuti dislocati nella rete.

I tubi sono in polietilene e progettati per resistere ad una pressione pari a 10 atm. Il diametro esteriore è di 25 mm. Come sopra indicato, i tubi dell'aria compressa e quelli per l'invio di segnali elettronici sono posati parallelamente alla rete di trasporto dei rifiuti all'interno di un tubo corrugato di protezione in polietilene.

6.5.4 Sistema di controllo

6.5.4.1 *Pannello centrale di controllo*

Il pannello centrale di controllo supervisiona e controlla il processo automatico di raccolta dei rifiuti. Tutte le valvole presenti sulla rete sono connesse al pannello dei cavi elettrici, così come tutti i macchinari situati all'interno della centrale.

I principali componenti del pannello centrale di controllo sono i seguenti:

- Computer con schermo e tastiera per l'esecuzione di tutte le funzioni automatiche;
- Interruttori e comandi per la possibilità di intervenire manualmente;
- Indicatori ottici e allarmi;
- Quadro sinottico del sistema, con spie di segnalazione per ogni valvola dell'aria e dei rifiuti, indicanti le fasi del processo di raccolta nell'area in questione;
- Relè e altre interconnessioni per l'invio e la ricezione dati del computer.

6.5.4.2 *Pannello di controllo dei motori*

Il pannello di controllo dei motori è anch'esso collegato al pannello centrale di controllo e contiene tutti gli elementi necessari per supervisionare e controllare il funzionamento dei componenti elettrici quali interruttori, fusibili, comandi, relè termici, amperometri, eccetera.

6.5.4.3 Sistema SCADA

La gestione del sistema pneumatico si realizza mediante il sistema SCADA (“Supervisory Control and Data Acquisition”) in ambiente Windows, ottimizzando e facilitando le operazioni di monitoraggio, acquisizione dati e controllo dell’intero impianto.

Quest’applicazione permette di controllare in qualunque momento, anche in remoto, lo stato di ciascun componente dell’impianto (motori in funzione, valvole aperte, ecc) così come l’introduzione dei parametri e dei valori.

La configurazione dell’applicazione, mediante sinottici e menu, migliora

considerevolmente l’interfaccia con l’utilizzatore – Operatore, Supervisore, Capo dell’installazione, eccetera – con una presentazione dei dati semplice e comprensibile.

Il software è connesso con un database per l’immagazzinamento dei dati storici. Il possesso e l’elaborazione di questi dati genera informazioni utili per lo sfruttamento ottimale del sistema. Inoltre, attraverso tale sistema di controllo remoto è possibile controllare l’installazione via Internet.

6.6 Rete condotte principali sotto il suolo pubblico

Le reti di trasporto sono divise in due sotto gruppi: Pubbliche e Private. Le reti di trasporto pubbliche sono quelle posate sotto suolo pubblico (strade, parchi, ecc.) e in alcuni progetti è previsto solo questo tipo di condotte perché non si prevede di entrare in aree private e i punti di conferimento dei rifiuti sono composti da colonnine a livello strada (Figura 6.11).

Le reti di trasporto private sono quelle posate su suolo privato o all'interno di edifici privati (garage, vespai, sotto le fondamenta ecc.). Queste condotte collegano i punti di conferimento dei rifiuti, posti all'interno delle proprietà private, con la rete principale di trasporto dei rifiuti che collega tutti i punti di conferimento con la centrale di raccolta.

La distinzione è semplicemente commerciale/amministrativa, in quanto le parti che compongono le due reti sono le stesse, con l'accorgimento di avere condotte più spesse dove transitano più rifiuti.

I tubi delle condotte sotto il suolo pubblico sono normalmente in acciaio-carbonio. Nelle curve attraversate da quantità di rifiuti considerevoli, tale materiale è sostituito dal Ni-Hard, che è estremamente più duro.

Le condotte vengono normalmente posizionate ad una profondità media di 2,50/2,80 metri, ma nulla impedisce di usare profondità diverse. I cavi elettrici e i tubi per l'aria compressa che connettono tutte le valvole del sistema alla centrale sono posati parallelamente alla rete di trasporto dei rifiuti.





Figura 6.11. Posa delle reti di condotte sotterranee

Durante il processo di trasporto pneumatico dei rifiuti, la depressione dentro la rete raggiunge un valore massimo di 30 kPa e la velocità dell'aria oscilla tra i 15 e i 25 m/s.

Nella parte interna, le condotte sono soggette ad abrasione per il passaggio dei rifiuti, in special modo nelle curve e nelle diramazioni. A causa della composizione eterogenea dei rifiuti, i fattori di abrasione vengono calcolati empiricamente. All'esterno, la rete di trasporto è sottoposta allo stesso tipo di corrosione che interessa altre condotte simili (condotte per acqua, gas, ecc.), implicando necessariamente una protezione adeguata della superficie esterna.

La rete pneumatica è progettata in modo da avere la stessa durata delle altre condotte e installazioni urbane, cioè da un minimo di 30 anni fino ad una media di 60 anni.

Il diametro interno è uniforme lungo tutto il percorso dei tubi ed è pari a 500 mm.

I componenti principali della rete di condotte sotto il suolo pubblico sono riportati qui di seguito.

6.6.1 Tubi retti

6.6.1.1 *Tubi normali*

Per l'impianto sono utilizzati tubi in acciaio a saldatura elicoidale o longitudinale, di qualità DIN St. 37.2, diametro nominale interiore pari a 500 mm. Il trattamento esteriore è in getto di sabbia SA 2 1/2 e rivestimento in polietilene a tre strati.

Gli spessori delle condotte inserite in ogni progetto sono opportunamente calcolati in base al quantitativo di rifiuti che le attraversa. Le misure utilizzabili sono: 5,00 mm; 6,00 mm; 8,00 mm; 10,00 mm; 12,00 mm; 15,00 mm; 18,00mm; 20,00 mm e 22,00 mm.

Parti di tubo sono inoltre impiegate per fare i vari raccordi; la loro lunghezza è di 1metro, sono a saldatura elicoidale o longitudinale e di qualità DIN St. 37.2. Il diametro nominale interiore è pari a 500 mm e il trattamento esteriore è in getto di sabbia SA 21/2 e rivestimento in polietilene a tre strati.

Tali parti hanno gli stessi spessori dei tubi a cui vengono saldati.

6.6.2 Curve

6.6.2.1 *Curve normali*

Le curve in acciaio hanno un diametro nominale interiore pari a 500 mm, qualità DIN St. 52.3, curvato in continuo e con raggio di curvatura pari a 1800 mm. La protezione esterna è in poliester e rinforzato con fibra di vetro. I gradi e gli spessori possibili sono:

Gradi della curva possibili: 15°, 30°, 60°, 90°.

Spessori: 8,00 mm; 10,00 mm; 12,00 mm; 15,00 mm; 18,00mm.

6.6.2.2 *Raccordi a gomito*

Come per i tubi retti ci sono anche raccordi a gomito per le curve con raggio di 1800 mm e gradi: 15°, 30°, 45°, 75°, 90°.

Gli spessori sono i medesimi delle curve a cui vengono saldati.

6.6.2.3 Gomiti in Ni-Hard

Sono inoltre inseriti gomiti di varie angolazioni con diametro nominale di 500 mm e vari spessori.

Gradi di angolazione: 7,5°, 15°, 58°, 60°, 73°, 88°.

Spessori: 18,00mm; 25,00mm

6.6.3 Diramazioni

Le diramazioni previste nei progetti sono a 30° con diametro nominale di 500 mm; il materiale usato è acciaio St. 37,2 con saldatura elicoidale o longitudinale e con protezione esterna in polietilene a tre strati. La lunghezza della parte principale è pari a 2,5 metri mentre quella della parte di connessione risulta pari a 1,5 metri.

Gli spessori possibili sono 5,00 mm; 6,00 mm; 8,00 mm; 10,00 mm; 12,00 mm; 15,00 mm; 18,00mm; 20,00 mm e 22,00 mm.

6.6.4 Valvole di sezionamento

Nella rete della raccolta pneumatica dei rifiuti sono installate delle valvole di sezionamento per poter parzializzare in diversi settori la rete. Lo scopo è quello di evitare perdite di carico durante il processo di raccolta. L'elemento di chiusura della valvola è collegato ad un cilindro pneumatico ed il suo corretto funzionamento è controllato dal computer presente nella centrale di raccolta.

6.6.5 Cavi elettrici

I cavi elettrici per la trasmissione dei segnali elettronici tra la centrale e tutte le valvole della rete sono multipolari e il numero di conduttori varia normalmente tra 10 e 40, essendo la sezione di ogni conduttore di 0,75 mm².

• Caratteristiche tecniche:2s4 + 2x2x0,5 mm²

Questi cavi si estendono lungo tutta le rete delle condotte di trasporto rifiuti e vengono installati all'interno di tubi in polietilene corrugato di 63 mm.

6.6.6 Tubi per l'aria compressa

I tubi dell'aria compressa collegano il compressore d'aria della centrale con tutte le valvole dell'aria e dei rifiuti dislocati nella rete.

I tubi sono in polietilene e progettati per resistere ad una pressione pari a 10 atm. Il diametro esteriore è di 25 mm.

Come sopra indicato, i tubi dell'aria compressa e quelli per l'invio di segnali elettronici sono posati parallelamente alla rete di trasporto dei rifiuti all'interno di un tubo corrugato di protezione in polietilene di 63 mm.

6.7 Punti di conferimento

6.7.1 Valvole dei rifiuti

Le valvole dei rifiuti, che separano le condotte di trasporto dei rifiuti dai tubi verticali che contengono i rifiuti, sono installate nei livelli sotterranei dei vari edifici presenti nell'area (Figura 6.12).

Il numero dei chiusini di conferimento con le relative valvole dei rifiuti dipende dal progetto. Ogni punto di conferimento avrà un numero di chiusini pari al numero di frazioni che si vogliono raccogliere in modo separato. Nei progetti per gli ospedali i punti di conferimento sono dislocati nella zona in cui il rifiuto e la biancheria sporca sono prodotti o dove sono stoccati temporaneamente. Tali punti di conferimento possono essere installati su tutti i piani, in tutti i tipi di edifici e di reparti ospedalieri, così come fuori degli edifici. Il rifiuto e la biancheria sono trasportati dal flusso d'aria in due condotte separate.

Le valvole dei rifiuti sono sempre chiuse e si aprono solo 7/10 secondi durante il processo di raccolta due o tre volte al giorno. Per motivi di sicurezza non si possono aprire più valvole contemporaneamente. Quando le valvole sono chiuse, i rifiuti di quella frazione cadono per gravità dentro i tubi verticali e si accumulano sopra la valvola dei rifiuti chiusa e posta in fondo a tale tubo. Quando la valvola si apre, i rifiuti cadono per gravità e aspirazione dentro le condotte di trasporto.



Figura 6.12. Valvole dei rifiuti all'interno della centrale di raccolta

Le valvole sono collegate al compressore d'aria della centrale di raccolta e gli elementi di chiusura sono azionati dall'aria compressa.

Il funzionamento delle valvole è controllato dal computer sito nella centrale di raccolta.

Terminali elettronici, situati nelle stanze dove si trovano le valvole dei rifiuti, verificano ed eseguono gli input trasmessi dal computer della centrale.

L'elemento di chiusura consiste in una placca rinforzata, situata all'interno della valvola, che si apre e si chiude verso il basso e dalla parte opposta alla centrale.

Le caratteristiche principali delle valvole generalmente utilizzate sono:

- Diametro d'apertura: 500 mm
- Copertura della valvola:..... Acciaio DIN St 34.2
- Elemento di chiusura:..... Placca d'acciaio coperto di zinco

- Spessore: 16 mm
- Cilindri d'aria compressa: Diametro: 100 mm
Corsa: 200 mm
Pressione:10 atm
- L'impianto di aria compressa è costituito da valvole magnetiche, filtro di depurazione, valvole di chiusura ed altri piccoli dettagli.
- Terminale elettronico di controllo.
- Tubo di estensione tra il tubo verticale e la valvola con chiusino di ispezione.

Tutti i tubi verticali sono dotati di un sensore a cellule fotoelettriche per il controllo del livello raggiunto dai rifiuti. Tale informazione è poi inviata alla centrale di controllo.

Le dimensioni minime che saranno richieste ai costruttori degli edifici per le stanze delle valvole dei rifiuti sono:

- Lunghezza1,5 m
- Larghezza.....1,5 m
- Altezza2,5 m

Con il fine di compensare la depressione che si forma durante il tempo in cui le valvole si aprono, queste stanze devono avere un'apertura di 1 m² che consenta l'entrata d'aria (anche da altri ambienti).

6.7.2 Tubi verticali

I tubi verticali sono soggetti ad un pressione massima di 200 mm di colonna di acqua durante il tempo di apertura della valvola dei rifiuti corrispondente. Sono costruiti in acciaio di 3 mm di spessore.

I dettagli tecnici sono i seguenti:

- Il diametro interno è di 500 mm

- Il diametro dei corrispettivi chiusini di conferimento dei rifiuti per uso domestico è di 300 mm in modo che non si possano conferire oggetti più grandi delle condotte stesse.
- La superficie per i chiusini commerciali è di 400 mm per 400 mm in quanto questi utenti utilizzano sacchi più grandi e il loro accesso al sistema è regolarizzato dall'uso di chiavi o di tessere di riconoscimento.

La parte superiore del tubo verticale è connesso ad una bocca di ventilazione di 0,035 m², per evitare che vi sia troppa aspirazione a livello del chiusino.

Le connessioni con la rete principale di trasporto dei rifiuti sono costituite da curve di 90 gradi e di diametro interno nominale di 500 mm. Lo spessore della parete è di 5 mm ed il raggio di curvatura continua è di 750 mm. Il trattamento della superficie è uguale a quello dei tubi retti della rete principale.

6.7.3 Valvole d'aria

Le valvole che permettono l'entrata dell'aria nel sistema sono situate alla fine di ogni ramo della rete di condotte di trasporto (Figura 6.13). Sono installate vicino all'ultima valvola dei rifiuti del ramo di condotte in questione. Le valvole sono sempre chiuse e si aprono uno o due minuti durante il processo di raccolta del ramo di condotta di cui fanno parte. Per motivi di sicurezza non si può aprire più di una valvola d'aria alla volta.

Le valvole sono connesse al compressore d'aria della centrale e i suoi elementi di apertura sono azionati da cilindri ad aria compressa.

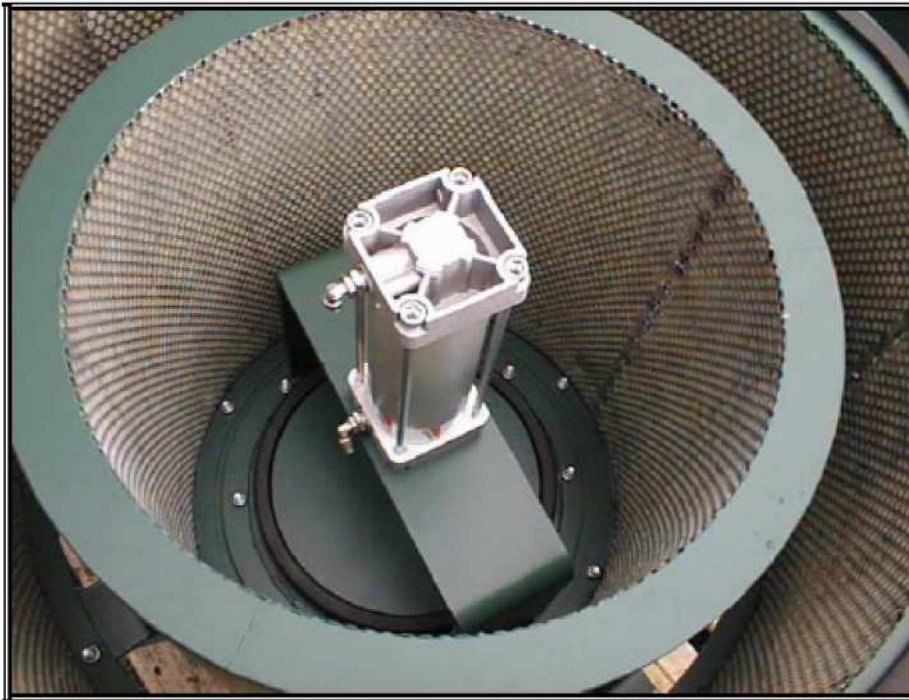


Figura 6.13. Valvole d'aria.

Il funzionamento delle valvole d'aria è controllato dal computer sito nella centrale di raccolta. Terminali elettronici, situati nelle stanze dove si trovano le valvole dei rifiuti, verificano ed eseguono gli input trasmessi dal computer della centrale.

Il rumore causato dall'afflusso d'aria ad alta velocità nella valvola è considerevole e, per questo motivo, le valvole sono dotate di silenziatori.

Le caratteristiche principali sono le seguenti:

- Dimensioni Diametro di apertura 400 mm
- Elemento di chiusura..... Disco in acciaio con guarnizione di gomma
- Cilindro di aria compressa Diametro 100 mm
- Pressione..... 10 atm

- L'impianto di aria compressa è costituito da valvole magnetiche, filtro di depurazione, valvole di chiusura ed altri piccoli dettagli.

Il silenziatore che riduce il livello del rumore sotto i 55 dB, è costruito in acciaio e lana di roccia. Le dimensioni sono di seguito riportate:

- Misure esterne1.200 mm x 1.200 mm x 1.000 mm
- Spessore della lana di roccia50 mm

Le dimensioni minime che saranno richieste ai costruttori degli edifici per le stanze delle valvole dei rifiuti sono:

- Lunghezza2,0 m
- Larghezza.....2,0 m
- Altezza2,0 m

Con il fine di compensare la depressione che si forma durante il tempo in cui le valvole si aprono, queste stanze devono avere un'apertura di 1 m² che permetta l'entrata d'aria (anche da altri ambienti).

6.7.4 Chiusini domestici per il conferimento

I chiusini domestici, comunque, hanno un diametro di 300 mm, diametro sufficiente a ricevere i tipici sacchetti dei rifiuti presenti nelle abitazioni italiane. Saranno in acciaio con una guarnizione in gomma in modo da non lasciare fuoriuscire alcun odore una volta chiusi.

6.7.5 Chiusini per il conferimento commerciali

Le superfici commerciali utilizzano sacchi per i rifiuti sicuramente più grandi di quelli domestici, e per questo motivo i chiusini sono di dimensioni maggiori (Figura 6.14):

- 400 x 400 mm (quadrati)

Con chiusini di questa dimensione è possibile conferire all'impianto di raccolta sacchi di 90 e 120 litri.



Figura 6.14. Chiusini commerciali

Questi chiusini possono essere dotati di semplice chiave o di tessera magnetica per la loro apertura. Questo ulteriore accorgimento è necessario per evitare un uso non corretto dell'impianto da parte degli utenti normali.

6.8 Funzionamento

I sistemi di raccolta pneumatica dei rifiuti funzionano in modo automatico. Non è richiesta la presenza fisica di un operatore durante i processi di raccolta. Il processo di raccolta viene eseguito secondo un programma che è stato precedentemente introdotto nel computer della centrale di raccolta, e durante tale processo vengono raccolti tutti i rifiuti che sono stati stoccati nelle diverse valvole dei rifiuti.

Il processo di raccolta in genere è ripetuto almeno due se non addirittura tre volte al giorno per ogni frazione da raccogliere; nessuna frazione sarà di conseguenza stoccata più di 12 ore nella corrispondente valvola dei rifiuti. La durata del processo di raccolta varia in base alle dimensioni del progetto.

Durante il tempo che intercorre fra un processo di raccolta e l'altro l'impianto è fermo.

Ovviamente gli utenti possono comunque conferire i loro rifiuti nei vari chiusini delle frazioni corrispondenti dell'impianto. L'impianto è a servizio degli utenti 24 ore al giorno, sia quando è fermo sia quando è in essere un processo di raccolta. Si può pensare che un impianto che lavora solo alcune ore al giorno sia sovradimensionato, ma vi sono due ragioni per cui questa riflessione è errata: 1) il volume dei rifiuti è in continuo aumento quindi è logico prevedere che in futuro l'impianto lavorerà di più. 2) Il conferimento dei rifiuti all'impianto non avviene in modo costante nell'arco delle 24 ore, ma avviene in due o tre momenti della giornata, quindi l'impianto deve essere in grado di rispondere a tali picchi in modo da non creare dei disservizi agli utenti.

Il processo di raccolta avviene nel seguente modo:

6.8.1 Processo di raccolta per orario

- Ad un orario specifico per ogni giorno della settimana, del mese o persino dell'anno, in modo da poter prevedere anche eventi particolari come festività o periodi di ferie, inserito nel sistema informatico della centrale, il software avvia il processo di raccolta in modo completamente automatico.

- I turbo estrattori si accendono e creano una depressione dentro la rete delle condotte di trasporto. Simultaneamente insieme ai turbo estrattori si avviano il compattatore e il separatore rotativo della prima frazione che si deve raccogliere.

- Le valvole diversificatrici della centrale, informate della frazione in arrivo si posizionano correttamente per dirigere i rifiuti nel container corretto.

- I rifiuti sono raccolti seguendo le zone create dalle valvole di sezionamento.

- Il pannello centrale di controllo invia l'ordine di aprire la prima valvola di sezionamento (posta all'interno della centrale di raccolta stessa) che rinvia un segnale di conferma. Si crea quindi una potente corrente d'aria nella parte della rete delle condotte di trasporto connesse direttamente alla prima valvola di sezionamento. La velocità dell'aria varia tra 15 e 25 metri al secondo e la depressione tra 1.500 e 2.500 mm di colonna d'acqua. Per evitare un'eccessiva depressione all'interno delle condotte in fondo ad ogni ramo di quest'ultime vi è sempre una valvola d'aria che permette l'accesso d'aria al sistema.

- Dopo aver comprovato che si è stabilita una velocità minima dell'aria nelle condotte di trasporto, dal pannello di controllo parte l'ordine di aprire la valvola dei rifiuti più vicina alla centrale del ramo del sistema che si vuole raccogliere. Quando tale valvola si apre, i rifiuti che erano lì stoccati cadono per gravità e aspirazione nelle condotte di trasporto e vengono trasportati dalla corrente d'aria sino alla centrale. I rifiuti sono un materiale eterogeneo e per questo motivo la velocità a cui viaggiano può variare notevolmente. La velocità delle componenti leggere (carta, plastica, ecc.) è praticamente uguale a quella dell'aria. Al contrario le componenti più pesanti, viaggiano più lentamente. L'impianto deve quindi sviluppare una corrente sufficiente per trasportare tutto e calcolare come tempo d'arrivo in centrale quello dei rifiuti più pesanti, con le debite tolleranze.

- Dopo un periodo di 7 secondi, la prima valvola dei rifiuti ha terminato di scaricare il suo contenuto nelle condotte di trasporto e pertanto si chiude. Il sistema ordina alla valvola successiva di aprirsi e così via sino ad aver svuotato tutte le valvole dei rifiuti.

- I rifiuti, una volta arrivati alla centrale di raccolta, sono separati dall'aria di trasporto dal ciclone e dal separatore rotativo. Il tutto mantenendo una rigorosa separazione delle diverse frazioni.

Nel ciclone i rifiuti cadono per gravità nel vassoio d'alimentazione del compattatore, e quest'ultimo provvede ad introdurre e compattare i rifiuti nel container.

- Quando tutte le valvole della stessa frazione poste sulle condotte della zona che si vuole scaricare sono state svuotate, la valvola d'aria posta a monte si chiude.

- Il sistema passa così ad una successiva zona dell'impianto e ripete le stesse operazioni mantenendo sempre la stessa frazione.

- Man mano che i rifiuti sono introdotti nel container, il compattatore aumenta la forza di compattazione sino al riempimento del container stesso. Una volta che questo è pieno, il processo di raccolta si interrompe momentaneamente sino a che il container di raccolta non è stato sostituito.

- Ultimato il cambio dei container, il processo di raccolta riprende da dove era stato interrotto. Terminata una frazione su tutto l'impianto, il sistema passa alla frazione successiva.

- I container pieni sono trasportati a mezzo camion sino alla loro destinazione finale.

Una volta scaricati sono riportati alla centrale per essere riutilizzati.

- Le raccolte per le diverse frazioni avvengono per orario cercando di impostare i momenti di raccolta in base alle consuetudini degli utenti, limitando al massimo il tempo di permanenza dei rifiuti presso le valvole disposte sulla rete.

6.8.2 Processo di raccolta per livelli

Il sistema di raccolta pneumatico prevede anche una seconda modalità di raccolta che è quella per livelli. Il sistema si attiva nel momento in cui un numero predeterminato di valvole di rifiuti di una frazione segnala che sono piene. Il sistema, in automatico, reagisce a tale informazione avviando il processo di raccolta dei rifiuti per la frazione in questione.

Il funzionamento sequenziale dell'impianto è esattamente lo stesso di quanto sopra descritto per il processo ad orari. Normalmente il numero di livelli, che devono essere in allarme per avviare tutto il processo, sono concordati con il cliente dopo qualche mese di uso dell'impianto per dare agli utenti il miglior servizio possibile. Ovviamente una volta che il processo è stato avviato, l'impianto non si limita a raccogliere

le valvole dei rifiuti piene, ma raccoglie tutta la frazione della zona che sta servendo per rendere più efficace il consumo energetico.

In ogni progetto è possibile utilizzare entrambi i processi di raccolta. Può impostato un processo di raccolta ad orario che sarà basato sulla nostra esperienza e su quella della società che gestisce il trattamento dei rifiuti. A garanzia di un buon servizio agli utenti può anche essere previsto un processo di raccolta per livelli nell'eventualità vi siano dei picchi di conferimento di rifiuti non previsti.

7 CASI STUDIO: STATO DELL'ARTE

7.1 Introduzione

Parte della ricerca ha previsto un accurato studio sulla casistica esistente: è stato così possibile mettere insieme una discreta documentazione sui casi di studio, i progetti realizzati o in fase di costruzione, o altre proposte sperimentali.

I casi di studio raccolti sono stati classificati e catalogati sulla base dei campi di applicazione cui si riferivano (centri residenziali, centri storici, parchi tematici, nuove urbanizzazioni, aree industriali, ospedali e aeroporti).

A ciascun caso studio considerato corrisponde una scheda riassuntiva che riporta una breve descrizione del progetto con le peculiarità del caso, un'immagine significativa ad esso correlata ed una tabella riepilogativa delle principali caratteristiche tecniche e dimensionali del caso, come la tipologia del sistema (fisso o mobile), la lunghezza totale della rete di trasporto, bacino di utenza servito, numero di punti di conferimento e capacità di trasporto.

CASI DI STUDIO ANALIZZATI

A. ZONE RESIDENZIALI

1. CAN LLONG, SABADELL (SPAGNA)
2. AMETZOLA (SPAGNA)
3. EQUATORIAL CONDOMINIUM, SINGAPORE (SINGAPORE)
4. ERIKSBERG (SVIZZERA)
5. HAMMARBY (SVEZIA)
6. IBAIONDO (SPAGNA)
7. MONTE PILAR (SPAGNA)
8. PINO MONTANO I (SPAGNA)

9. PINO MONTANO II (SPAGNA)
10. SALBURUA (SPAGNA)
11. SAN DIEGO (SPAGNA)
12. TIN SHUI WAI, HONG KONG (CINA)
13. TORRENT (SPAGNA)
14. VALDELASFUENTES (SPAGNA)
15. YONGIN CITY, SEOUL (COREA)
16. ZABALGANA (SPAGNA)
17. ARCIPRESTE, MADRID (SPAGNA)
18. BARAKALDO (SPAGNA)
19. GRAN DE GRACIA, BARCELONA (SPAGNA)
20. VALDESPARTERA (SPAGNA)
21. VAPOR GRAN, TERRASSA (SPAGNA)
22. BERMEJALES, SIVIGLIA (SPAGNA)
23. BARBERÀ DEL VALLES (SPAGNA)
24. EL TOYO, ALMERIA (SPAGNA)
25. MAJADAHONDA, MADRID (SPAGNA)

B. CENTRI STORICI URBANI

1. PALMA DI MALLORCA (SPAGNA)
2. NIHAVN, COPENHAGEN (DANIMARCA)
3. SANTA CRUZ, SIVIGLIA (SPAGNA)
4. CIUTAD VELLA, BARCELONA (SPAGNA)
5. LEON, (SPAGNA)

C. NUOVI CENTRI URBANI

1. ALMERE (PAESI BASSI)
2. EXPÒ LISBONA (PORTOGALLO)
3. HAVNESTAD (DANIMARCA)

D. OSPEDALI

1. ULM (GERMANIA)
2. HEIDELBERG (GERMANIA)
3. GOTHEMBURG (SVEZIA)

E. ATTIVITÀ E TERZIARIO

1. HONG KONG SCIENCE PARK (CINA)
2. DEUTCHE BANK, FRANCOFORTE (GERMANIA)
3. JTC BIOPOLIS, SINGAPORE (SINGAPORE)

Da un punto di vista geografico la Spagna, rispetto ad altri paesi della Comunità Europea, è senza dubbio il paese che ha maggiormente sperimentato questo sistema alternativo, ottenendo risultati sorprendenti in differenti campi di applicazione, con un'attenzione particolare ai centri storici.

E' naturale interrogarsi su quali siano state le ragioni che abbiano permesso a questo paese di portare a termine un numero così alto di progetti, di vasta scala e perfettamente integrati nel loro ambiente rispetto alla totale mancanza nel nostro Paese, ad esempio.

Le motivazioni sono legate non solo ad aspetti di tipo culturale o economico-politico, ma piuttosto di divulgazione scientifica.

Infatti, la Spagna ha avuto un'occasione importante per dare inizio a questa sperimentazione con la costruzione del Villaggio Olimpico di Barcellona. Il complesso intervento urbanistico oltre ad aver trasformato il volto di una importante parte della capitale catalana, restituendone ai suoi abitanti il contatto con il mare, è stato anche il primo esperimento di raccolta pneumatica sotterranea su una così vasta superficie. Le amministrazioni locali, dopo aver potuto apprezzare i risvolti positivi dell'innovativo sistema hanno potuto iniziare a sperimentarlo nei più diversi ambiti urbani, dal più semplice (nuova costruzione) al più complesso (esistente e storico).

7.2 Zone residenziali

7.2.1 Casi studio

Di seguito si riportano i casi di studio relativi al campo di applicazione "Zone residenziali. Si tratta di 28 progetti realizzati e funzionanti in diverse città, soprattutto della Spagna. Da un punto di vista costruttivo installare un sistema pneumatico in un tessuto urbano residenziale risulta abbastanza semplice. E' importante ottimizzare il tracciato delle reti al fine di distribuire in maniera uniforme il servizio, localizzando comunque eventuali zone a maggiore densità abitativa per dimensionare il sistema e calibrarlo sulle effettive esigenze della popolazione residente.

I progetti analizzati sono stati realizzati tra il 1999 e il 2005; nella maggior parte dei casi è stato utilizzato un sistema di tipo statico, che nelle aree residenziali consente una grande flessibilità e permette agevolmente l'adeguamento degli impianti in caso di espansione dell'area residenziale stessa.

Analizzando i dati dimensionali raccolti sorprende il bacino di utenza e il numero di abitazioni servito da ciascun progetto. Si tratta mediamente di oltre 4000 abitazioni per ciascun caso studio, con punte di oltre 9.000 abitazioni in città quali Madrid, Saragozza, e Vitoria nei Paesi Baschi. La lunghezza complessiva delle reti può raggiungere i 14.000 metri in totale, ed il numero di colonnine di raccolta varia in funzione della dimensione del progetto.

Il sistema pneumatico inoltre si adatta perfettamente allo smistamento iniziale dei rifiuti e alla gestione delle diverse categorie. La maggior parte dei sistemi presenti in questi casi studio sono costruiti per la raccolta di due o tre categorie. Le installazioni già in uso potranno comunque essere modificate e ampliate in un secondo momento.

Le centrali di raccolta sono state ubicate nelle zone più idonee, sia integrate nei centri urbani, sia localizzate nelle immediate vicinanze.

Zone residenziali - Caso studio 1:

Can Llong, Sabadell, SPAGNA



Figura 7.1. Stazione di raccolta a Can Llong.

Breve descrizione del progetto:

Si tratta di una forma di urbanizzazione residenziale di recente costruzione sita a Can Llong, nelle vicinanze di Barcellona. Il sistema di reti generale è stato totalmente realizzato, mentre le reti interne sono attualmente in fase di costruzione. Entro la fine del 2005 si prevede di ultimare la realizzazione della centrale di raccolta.

Il bacino d'utenza attualmente servito è comunque considerevole, poiché sono oltre 4.500 le abitazioni che possono già usufruire del servizio automatizzato, che può contare su una rete di tubazioni sotterranee della lunghezza totale di 8.000 metri.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche relative al progetto e al sistema adottato.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Sabadell
Anno di inizio operatività	2005
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	4560 abitazioni
Capacità	15 tonnellate/giorno di rifiuto
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Organico e secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	345
n° container stoccaggio	
Totale metri di rete	8000 m
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	-
In costruzione	Si
In fase di ampliamento	-

Zone residenziali - Caso studio 2:
Ametzola, Bilbao, SPAGNA



Figura 7.2: Inlet points per la raccolta differenziata lungo le strade di Ametzola

Breve descrizione del progetto:

Questo impianto serve tutta l'area di Ametzola e La Casilla , a Bilbao, nei Paesi Baschi. Ad Ametzola la raccolta automatizzata dei rifiuti solidi urbani si integra all'interno di un progetto di riqualificazione urbana di più ampio respiro che riguarda un'area di 110.000 m², un tempo occupata da tre stazioni merci ferroviarie e attualmente destinata ad un uso residenziale.

In quest'area i punti di raccolta sono principalmente situati in locali interni agli edifici.

La Casilla è un quartiere contiguo al precedente, caratterizzato da edifici di notevole altezza, densamente abitati, a cui si dà servizio mediante colonnine di raccolta (Figura 7.2) disposte lungo le strade pubbliche.

Il sistema è stato progettato e dimensionato per servire sia le residenze del quartiere, sia le attività commerciali, i negozi, e i ristoranti della zona.

La centrale di raccolta occupa, in pianta, uno spazio di soli 900 m², e si trova al di sotto del piano stradale. E' dotata di due gruppi di aspirazione e compattazione e di un deviatore di flusso che permette contemporaneamente la raccolta di tre differenti frazioni di rifiuto: organico, multimateriale (contenitori plastica, alluminio,...) e rifiuto secco non riciclabile.

Questo sistema è operativo già dal 1999, ma si prevede un importante ampliamento della rete per collegare il quartiere adiacente; attualmente sono in corso gli scavi per la posa dei nuovi tratti di tubazioni.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche relative al progetto e al sistema adottato.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Bilbao
Anno di inizio operatività	1999
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	3330 abitazioni
Capacità	15 tonnellate/ anno di rifiuto
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, multimateriale e secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	166
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	2000
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In ampliamento	Si

Zone residenziali - Caso studio 3:
Equatorial Condominium, SINGAPORE



Figura 7.3: Rendering del progetto del complesso residenziale

Breve descrizione del progetto:

Questo grosso complesso residenziale è costituito da un unico blocco di 15 piani nel quale alloggeranno approssimativamente 285 abitanti. L'Equatorial Condominium, famoso per il suo high-tech, è stato dotato di un sistema di raccolta pneumatica anche se il complesso comprende solo 95 abitazioni. Il sistema di questo caso studio, risulta molto compatto per andare incontro alle esigenze economiche e alle limitazioni imposte dal progetto. Il Condominium è dotato soltanto di 8 raccoglitori che provvedono allo smaltimento di circa 2 metri cubi di rifiuti al giorno.

Per l'intero impianto condominiale è stato sufficiente un centro di raccolta molto piccolo, che misura appena 4 x 4 x 4 metri. Un'altra particolarità dell'impianto installato in questo complesso è che tutte le valvole di scarico e tutte le prese d'aria sono installate nel parcheggio del sottopiano.

Per ora si tratta di un impianto abbastanza contenuto nelle dimensioni, che raggiunge una lunghezza di tubazioni di appena 180

metri, e che è stato progettato per raccogliere un'unica frazione di rifiuto; è prevista comunque una modifica all'impianto per ampliare la tipologia di materiali raccolti.

L'adozione di questo sistema ha chiaramente migliorato non solo la qualità della vita strettamente dei residenti, ma anche la qualità dell'ambiente intorno all'edificio.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche relative al progetto e al sistema adottato.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Singapore
Città	Singapore
Anno di inizio operatività	2001
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	95 abitazioni
Capacità	
Numero di frazioni raccolte	1
Tipologia del rifiuto urbano	Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	3
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	180 m
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	No

Zone residenziali - Caso studio 4
Eriksberg, Gotemburg, SVEZIA



Figura 7.4: Vista su un edificio servito dalla raccolta pneumatica

Breve descrizione del progetto:

Il sistema sotterraneo realizzato ad Eriksberg per la raccolta pneumatica dei rifiuti è solo una piccola parte dell'ambizioso programma ambientale stabilito dalla città di Gotemburg per la riqualificazione dell'antico arsenale , che per il quale è prevista la conversione in un moderno quartiere residenziale e commerciale.

La vecchia zona dei cantieri navali di Eriksberg è stata completamente ricostruita nel 1992. Attualmente, le abitazioni, gli alberghi e gli uffici insediatisi si avvalgono dei sistemi ad aspirazioni che raccolgono tre categorie di rifiuti.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche relative al progetto e al sistema adottato.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Svizzera
Città	Gotemburg
Anno di inizio operatività	1993
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	2300 abitazioni
Capacità	23 tonnellate/anno
Numero di frazioni raccolte	3
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Carta e Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	3
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	3200 m
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In ampliamento	Si

Zone residenziali - Caso studio 5
Hammarby, Stoccolma, SVEZIA



Figura 7.5: Vista su un cortile interno di un edificio dotato di colonnine di raccolta per il sistema pneumatico mobile.

Breve descrizione del progetto:

La gestione dei rifiuti ad Hammarby Sjostad è un elemento importante dell'infrastruttura tecnica. Il fattore prioritario nella scelta di un sistema di smaltimento era quello di ridurre al minimo il traffico della zona e portare al massimo la raccolta differenziata all'origine per le case e per gli uffici.

Verranno edificate in totale 8000 abitazioni che accoglieranno 15.000 persone. La prima fase del progetto è stata avviata nel 1999 a Sicala Udde e la durata dei lavori di costruzione prevista è di 10 anni.

L'area disporrà di un sistema di raccolta pneumatica per la gestione delle principali frazioni di rifiuti differenziate, ad esempio prodotti combustibili, giornali e rifiuti organici. Ogni raccoglitore è collegato ad un serbatoio sotterraneo ubicato nel giardino o al di sotto dell'edificio stesso. Tale deposito funge da centro di raccolta finché non verrà svuotato tramite un autoveicolo dotato di sistema ad aspirazione.

Il Nya Hammarby Sjostadt di Stoccolma è progettato per essere il quartiere più ambientalista al mondo.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche relative al progetto e al sistema adottato.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Svezia
Città	Stoccolma
Anno di inizio operatività	1999
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Sistema mobile
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	2400 abitazioni
Capacità	811 tonnellate/anno
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	270
n° container stoccaggio	270
Totale metri di rete	3800 m
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	Si
In ampliamento	Si

Zone residenziali - Caso studio 6
Ibaiondo, Vitoria –Gasteiz (SPAGNA)



Figura 7.6: Stazione di raccolta dei rifiuti

Breve descrizione del progetto:

L'impianto di raccolta pneumatica dei rifiuti urbani fa parte di un più ampio Progetto di Riquilificazione Urbanistica del settore 8B, il quartiere di Ibaiondo, a Vitoria, nei Paesi Baschi. Questo settore occupa in pianta un'area quasi perfettamente rettangolare di 1.400 X 300 m, con una superficie di circa 52,5 ettari. Il sistema per la raccolta pneumatica si articola in due parti. La zona in cui sorgono per la maggior parte abitazioni unifamiliari è dotata di colonne di raccolta ubicate all'esterno delle case, mentre la zona dei condomini e degli edifici più alti viene servita da una rete di tubazioni interrate.

La centrale di raccolta trova collocazione all'interno dello stesso settore; è dotata di due gruppi di aspirazione e compattazione e di un deviatore di flusso che permette contemporaneamente la raccolta di tre differenti frazioni di rifiuto: organico, multimateriale (contenitori plastica, alluminio,...) e rifiuto secco non riciclabile.

La rete di tubazioni ha una lunghezza totale di 4.500 m. Il sistema è operativo dal 2004 e attualmente sono in fase di esecuzione nuovi tratti di tubazioni della rete sotterranea che daranno servizio ai futuri complessi residenziali ancora in costruzione.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Vitoria – Gasteiz (Paesi Baschi)
Anno di inizio operatività	2004
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	2600 abitazioni
Capacità	23 tonnellate/anno
Numero di frazioni raccolte	3
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Carta e Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	84
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	4.500 m
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase ampliamento	Si

Zone residenziali - Caso studio 7

Montepilar, Majadahonda, Madrid (SPAGNA)



Figura 7.7: Esempio di stazione completamente interrata a Montepilar.

Breve descrizione del progetto:

Montepilar fa parte del nuovo sviluppo urbanistico di Majadahonda, una località poco distante da Madrid.

La centrale di raccolta dei rifiuti è molto interessante da un punto di vista costruttivo poiché è completamente interrata essendo stata realizzata al di sotto di una piazza in modo da non occupare spazio in superficie.

Il sistema è entrato in funzione nell'ottobre del 2004 e per ora raccoglie due diverse frazioni di rifiuto (multimateriale e secco non riciclabile).

La centrale di raccolta è equipaggiata con due aspiratori, un ponte gru e quattro contenitori. Da un punto di vista di inserimento urbanistico, questa soluzione costruttiva è perfettamente integrata nel contesto, un parco naturale protetto denominato Monte Pilar.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Majadahonda, Madrid
Anno di inizio operatività	2004
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	3.800 abitazioni
Capacità	-
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Rifiuto secco non riciclabile e multimateriale
n° colonnine di raccolta	300
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	9.000 m
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	-

Zone residenziali - Caso studio 8
Pino Montano 1, Siviglia (SPAGNA)



Figura 7.8: Stazione di raccolta dei rifiuti del quartiere Pino Montano, a Siviglia

Breve descrizione del progetto:

Pino Montano I è un'area residenziale ad elevata densità abitativa situata nella cittadina di Siviglia. Il sistema progettato e realizzato in questa zona raccoglie ben tre frazioni di rifiuto urbano: organico, carta-cartone, e rifiuto secco non riciclabile. L'impianto ha la particolarità di avere due differenti punti di raccolta: uno dedicato solo a ricevere i rifiuti derivanti dalle attività commerciali ed uno solo per quelle domestiche. La centrale di raccolta è stata studiata con attenzione in relazione all'inserimento nel contesto; forme, materiali e particolari della copertura (cupole) la rendono interessante anche da un punto di vista architettonico.

L'impianto di raccolta automatizzata dei rifiuti di Pino Montano è entrato in funzione nell'Aprile del 2001 e ha un bacino di utenza di oltre 8.000 abitazioni. Appena verranno ultimati i lavori della seconda fase del progetto l'intero impianto servirà ben 16.000 abitazioni.

Quando il sistema venne installato tutta l'area fu liberata da una notevole quantità di contenitori per la tradizionale raccolta dei rifiuti, che andavano ad occupare spazio nelle strade.

Per ora sono 70.000 i sivigliani che beneficiano del servizio di raccolta pneumatica.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Siviglia
Anno di inizio operatività	2004
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	8000 abitazioni
Capacità	-
Numero di frazioni raccolte	3
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, multimateriale e carta-cartone
n° colonnine di raccolta	170
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	14.500
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In ampliamento	Si

Zone residenziali - Caso studio 9
Pino Montano 2, Siviglia (SPAGNA)



Figura 7.9: Stazione di raccolta dei rifiuti per la seconda fase del progetto.

Breve descrizione del progetto:

Pino Montano è un'area residenziale ad alta densità abitativa della città di Siviglia. Viene denominata Pino Montano II la seconda fase di un progetto iniziato nel 2001. Anche in questa fase la centrale di raccolta risulta particolarmente interessante già dall'esterno per le sue caratteristiche architettoniche e tecnologiche; ad esempio sulla copertura sono stati installati numerosi pannelli solari.

L'impianto di Pino Montano I copre un bacino d'utenza di 8.000 abitazioni. Quando la seconda fase sarà terminata (nell'Ottobre del 2004) si estenderà a 16.000.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Siviglia
Anno di inizio operatività	2004
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	8000 abitazioni
Capacità	-
Numero di frazioni raccolte	3
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, multimateriale e carta-cartone
n° colonnine di raccolta	170
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	14.500
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In ampliamento	Si

Zone residenziali - Caso studio 10
Salburua, Vitoria-Gasteiz (SPAGNA)



Figura 7.10: Cicloni di separazione del sistema pneumatico installato a Salburua (settori 7, 8, 9, e 10 di Vitoria-Gasteiz, nei Paesi Baschi).

Breve descrizione del progetto:

L'installazione dell'impianto di raccolta pneumatica di rifiuti urbani si integra nel Progetto di Urbanizzazione dei settori 7, 8, 9 e 10 di Vitoria (Salburua). Complessivamente questi settori occupano una superficie di 112,9 ettari.

Nella zona in cui sono presenti per la maggior parte residenze unifamiliari la raccolta viene effettuata mediante colonne di conferimento collocate all'esterno, lungo le strade, mentre nella parte in cui le residenze sono a sviluppo verticale si sfrutta una rete di tubazioni interna agli edifici. Lo stesso impianto da servizio anche agli esercizi commerciali ed ai ristoranti della zona.

La centrale di raccolta, per coprire questi quattro settori è dotata di due gruppi di aspirazione e compattazione e di una valvola di deviazione (deviatore di flusso) per permettere la raccolta simultanea di due diverse

frazioni di rifiuto: multimateriale (contenitori plastica, vetro, alluminio) e rifiuto secco non riciclabile.

La lunghezza totale della rete di tubazioni è di 13.200 m.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Vitoria
Anno di inizio operatività	2006
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	9220 abitazioni
Capacità	-
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	multimateriale e secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	544
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	13.200
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	
In costruzione	Si
In ampliamento	-

Zone residenziali - Caso studio 11
San Diego, Siviglia (SPAGNA)



Figura 7.11: Centrale di raccolta del quartiere di San Diego, a Siviglia.

Breve descrizione del progetto:

San Diego è un quartiere residenziale di Siviglia. La densità abitativa di questa zona è molto alta per il fatto che la maggior parte degli edifici supera i 14 piani. L'impianto di raccolta pneumatica ha permesso di eliminare l'incredibile quantità di cassonetti della raccolta manuale tradizionale di cui era disseminato l'intero quartiere.

L'impianto è stato progettato per raccogliere tre diverse frazioni di rifiuto: organico, multimateriale (contenitori plastica, bottiglie, vetro, alluminio) e secco non riciclabile. La raccolta avviene grazie a 342 punti di conferimento che sottendono una rete di 11.500 m di lunghezza totale.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Siviglia
Anno di inizio operatività	2004
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	8.000 abitazioni
Capacità	-
Numero frazioni raccolte	3
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, multimateriale e secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	342
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	11.500
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In ampliamento	-

Zone residenziali - Caso studio 12
Tin Shui Wai, Hong Kong (HONG KONG)



Figura 7.12: Vista sull'imponente complesso residenziale di Tin Shui Wai, Hong Kong.

Breve sintesi del progetto:

Tin Shui Wai 110 è un grosso complesso residenziale formato da 5.760 appartamenti distribuiti su imponenti edifici a torre. E' di proprietà di una delle maggiori imprese di costruzioni al mondo, la Hong Kong Housing Authority, che ha una produzione annuale di 35.000 appartamenti ed un patrimonio totale di 950.000.

Il complesso è formato da 14 blocchi di edifici a grattacielo da 40 piani ciascuno. Ogni edificio è dotato di appositi condotti collegati ai raccoglitori ubicati in ogni piano. La raccolta dei rifiuti avviene in ciascun edificio grazie a speciali saracinesche connesse ai punti di raccolta tramite delle tubazioni verticali. Ad ogni piano di ciascun grattacielo è collocata una saracinesca. L'impianto di raccolta pneumatica è stato dimensionato per raccogliere 86 metri cubi, equivalenti a 17 tonnellate, di rifiuti al giorno. Durante le ore di punta della giornata riesce a gestire più di tre tonnellate di rifiuti all'ora.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Hong Kong
Città	Hong Kong
Anno di inizio operatività	2001
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	5.760 abitazioni
Capacità	17 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	1
Tipologia del rifiuto urbano	Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	8
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	1.200
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In ampliamento	-

Zone residenziali - Caso studio 13
Parco centrale di Torrent, Valencia (SPAGNA)



Figura 7.13: Centrale di raccolta dei rifiuti di Valencia.

Breve descrizione del progetto:

La realizzazione del sistema pneumatico di questo caso di studio rientra nel progetto di riqualificazione urbanistica della città di Torrent, in provincia di Valencia, e si articola in diverse fasi; la prima riguarda la costruzione della rete generale e la seconda la predisposizione delle reti interne agli edifici. La rete generale ha una lunghezza approssimativa stimata in 4.300 metri, e offre il servizio a 4.231 ambienti tra abitazioni, esercizi commerciali e lotti residenziali.

I punti di raccolta saranno ubicati all'interno dei lotti, in cui verranno raccolte tre frazioni di rifiuto, organico, multimateriale e secco.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Valencia
Anno di inizio operatività	2005-2006
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	4.230 abitazioni
Capacità	-
Numero di frazioni raccolte	3
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	80
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	4.800
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	No
In costruzione	Si
In fase di ampliamento	No

Zone residenziali - Caso studio 14
Vadelasfuentes, Madrid (SPAGNA)



Figura 7.14: Stazione di raccolta dei rifiuti a pannelli solari a Vadelasfuentes

Breve descrizione del progetto:

Valdelasfuentes è un nuovo quartiere che si sta sviluppando ad Alcobendas, una cittadina situata poco fuori Madrid. Il sistema di raccolta pneumatica fu completato nel 2001 ed iniziò a funzionare nello stesso anno. La centrale di raccolta è stata progettata per raccogliere due frazioni (multimateriale e rifiuto secco) e dispone di due aspiratori e quattro campane contenitori. L'edificio è particolare anche da un punto di vista architettonico, e nella copertura è dotato di pannelli solari per la produzione di energia.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Alcobendas
Anno di inizio operatività	2001
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	4.300 abitazioni
Capacità	14 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Multimateriale, Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	159
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	4.200
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	Si

Zone residenziali - Caso studio 15
Yongin City, Seoul (COREA)



Figura 7.15: Vista su alcuni edifici della città (tipologia prevalente).

Breve descrizione del progetto.

Nella città di Yongin, una località situata appena fuori Seoul, si è deciso, su scala regionale, che tutti gli edifici di nuova costruzione, con più di 700 appartamenti dovessero obbligatoriamente tenere un impianto per la raccolta automatizzata dei rifiuti solidi urbani. La decisione rientra in un disegno progettuale che mira a raggiungere degli standard indicativi di una città più pulita e ambientalmente sostenibile. L'intenzione è quella di avere il 30% dell'area della città ad area verde.

Il sistema automatizzato per la raccolta dei rifiuti risulta completamente interrato nel sottosuolo, eliminando così i molti problemi legati al traffico pesante dei tradizionali camion, e agli inconvenienti di natura igienico-sanitaria tipici della raccolta manuale (odori sgradevoli, presenza di animali, contatto con i contenitori, etc...)

Il sistema di raccolta che è stato installato a Yongin funziona già dal gennaio del 2000 ma è attualmente in fase di ampliamento; sono oltre 10.000 tra appartamenti, scuole, uffici e negozi gli ambienti connessi al sistema. Essendo questa un'area in continua espansione, si sta

predisponendo l'estensione della rete ad altri 70 edifici di appartamenti, ciascuno dei quali sarà dotato di un impianto pneumatico integrato all'interno.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Corea
Città	Seoul
Anno di inizio operatività	2000
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	-
Capacità	-
Numero di frazioni raccolte	1
Tipologia del rifiuto urbano	Organico
n° colonnine di raccolta	101
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	4.200
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	Si

Zone residenziali - Caso studio 16
Zabalgana, Vitoria-Gasteiz (SPAGNA)



Figura 7.16: Chiusini di raccolta integrati nell'atrio condominiale di un edificio a Zabalgana.

Breve descrizione del progetto:

L'installazione dell'impianto di raccolta pneumatica dei rifiuti rientra nel progetto di riqualificazione urbanistica dei settori 2, 3 e 6 (la zona è denominata Zabalgana) di Vitoria, nei Paesi Baschi. In totale questi tre settori della città occupano una superficie di 134 ettari.

La raccolta si effettua con punti di conferimento dei rifiuti collocati all'esterno delle abitazioni nella parte delle residenze unifamiliari, e con reti integrate all'interno degli edifici nella parte delle costruzioni a sviluppo verticale.

Lo stesso impianto da servizio anche agli esercizi commerciali e alle attività di ristorazione della zona.

Poiché l'area da coprire è molto estesa (134 ettari) e il bacino di utenza sfiora le 10.000 abitazioni, è stato necessario costruire due centrali di raccolta, ciascuna dotata di due gruppi di aspirazione e compattazione

dei rifiuti e di un deviatore di flusso per la raccolta differenziata di alluminio, vetro plastica e rifiuto secco.

La rete di tubazioni ha una lunghezza totale di 12.600 m, ma poiché in futuro le due centrali di raccolta estenderanno il servizio anche ai settori 1, 4 e parte del 5 è prevista la realizzazione di nuovi tratti di tubazioni della rete.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Vitoria
Anno di inizio operatività	2002
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	9.760 abitazioni
Capacità	16 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Multimateriale, Secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	454
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	12.600
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	Si
In fase di ampliamento	Si

Zone residenziali - Caso studio 17
Arcipreste, Majadahonda, Madrid (SPAGNA)



Figura 7.17. Stazione di raccolta dei rifiuti di Arcipreste.

Breve descrizione del progetto:

Arcipreste è una zona ben strutturata della città di Majadahonda, una località situata poco fuori Madrid. Il sistema è entrato in funzione nell'anno 2000, ed è progettato per raccogliere due frazioni (multimateriale e secco non riciclabile). La centrale di raccolta è dotata di due aspiratori e quattro contenitori. Arcipreste è una delle quattro aree di Majadahonda in cui è stata installata la rete per raccolta pneumatica. Attualmente 25.000 abitanti di questa località (sui 42.000 totali) usufruiscono di questo servizio, e si è calcolato che il 60% dei rifiuti prodotti dalla città viene gestito con la raccolta pneumatica.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Majadahonda
Anno di inizio operatività	2000
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	4.100 abitazioni
Capacità	12,7 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Multimateriale, Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	117
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	7.600
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	Si

Zone residenziali - Caso studio 18
Barakaldo (SPAGNA)



Figura 7.18. Colonne di raccolta dei rifiuti per la differenziazione all'origine.

Breve descrizione del progetto:

Questo impianto, installato nel 2002, dà servizio da solo a tutto il centro urbano della città di Barakaldo. Si tratta di una consolidata località ad elevata densità abitativa e con un'importante attività commerciale. Per la maggior parte dei casi la rete di raccolta automatizzata dei rifiuti ha fatto parte del progetto di riqualificazione urbana e rimodernamento delle strade esistenti e di alcuni quartieri.

I punti di smaltimento del sistema sono costituiti da colonne ubicate lungo le strade pubbliche, ma nelle aree di nuova urbanizzazione o in fase di ristrutturazione si è optato per l'installazione dei punti di raccolta direttamente integrati all'interno degli edifici.

La centrale di raccolta è dotata di due gruppi di aspirazione e compattazione, e di una valvola di deviazione di flusso per permettere la raccolta in contemporanea di due diverse frazioni di rifiuto: multimateriale e rifiuto secco non riciclabile.

Il sistema è stato ultimato e messo in funzione già nel 2002, e attualmente si trova in fase di ampliamento.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Barakaldo
Anno di inizio operatività	2002
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	8.500 abitazioni
Capacità	-
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Multimateriale, Secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	411
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	8.400
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	Si

Zone residenziali - Caso studio 19
Gran de Gracia, Barcellona (SPAGNA)



Figura 7.19. Colonnine per il conferimento dei rifiuti a Barcellona

Breve descrizione del progetto:

Barcellona è stata la prima città Europea a sostituire la tradizionale raccolta manuale dei rifiuti ed a sperimentare gli impianti automatizzati. In figura è riportata la fotografia del primissimo impianto installato nel 1995. Il sistema è attualmente funzionante, serve 1.900 residenze con una capacità di sei tonnellate/giorno di rifiuto raccolto attraverso una rete di tubazioni di 1.250 m di lunghezza totale. Sono 42 le colonnine di conferimento relative all'impianto, uniformemente distribuite lungo le strade di Gran de Gracia.

Nel 1992 è stato installato il primo sistema pneumatico nel villaggio di Barcellona. L'impianto è attualmente sfruttato da ogni tipo di utente: dalle aree residenziali agli hotel e ai ristoranti. I rifiuti vengono differenziati in materiale organico e altri prodotti combustibili.

Sono stati progettati in continuazione altri nuovi sistemi, tra cui uno che comprende il primo centro di raccolta al mondo parzialmente interrato.

Uno dei sette sistemi mobili per la raccolta dei rifiuti della città è stato installato nell'antico centro storico di Barcellona. Ancora una volta, i rifiuti sono differenziati in materiale organico e altri prodotti combustibili. I rifiuti organici, depositati in sacchetti arancioni, vengono selezionati da un sistema automatizzato a riconoscimento ottico presso l'impianto di gestione dei rifiuti dell'Ecoparc di Barcellona, e, di seguito, se ne ricava gas metano e compost.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Barcellona
Anno di inizio operatività	1995
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	1.900 abitazioni
Capacità	6 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	42
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	1.250
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	-
In costruzione	Si
In fase di ampliamento	-

Zone residenziali - Caso studio 20
Ecocittà di Valdespartera, Saragozza (SPAGNA)



Figura 7.20. Cicloni di separazione.

Breve descrizione del progetto:

L'Ecocittà di Valdespartera è una nuova area di sviluppo residenziale che sorge a Saragozza. Il sistema di raccolta pneumatica è stato completato e messo in funzione nel 2005. Il sistema raccoglie tre frazioni di rifiuto urbano, l'organico, il multimateriale, e il rifiuto secco non riciclabile. L'impianto è uno dei più complessi da un punto di vista tecnologico; dispone di ben sei gruppi di aspirazione, un ponte gru e dieci contenitori cisterne per lo stoccaggio. E' di sicuro uno dei più grossi impianti mai installati per la raccolta pneumatica, con una capacità di ben 63 tonnellate di rifiuti al giorno.

L'edificio della centrale di raccolta è perfettamente integrato nel ambiente circostante ed è molto apprezzato per la sua alta qualità architettonica.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Saragozza
Anno di inizio operatività	2005
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	9.700 abitazioni
Capacità	63 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	3
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Multimateriale, Secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	550
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	9.000
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	Si

Zone residenziali - Caso studio 21
Vapor gran, Terrassa (SPAGNA)



Figura 7.21. Vista su alcuni edifici del quartiere.

Breve descrizione del progetto:

Vapor Gran nasce dalla riqualificazione urbana di una zona industriale di una cittadina spagnola, Terrassa, che dista 30 km da Barcellona. Si tratta di un'area residenziale di recente costruzione, e l'impianto di raccolta pneumatica verrà installato in tutto il quartiere. Il progetto è già stato ultimato, e la rete di tubazioni è attualmente in fase di costruzione.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Terrassa (Barcellona)
Anno di inizio operatività	2006
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	3.500 abitazioni
Capacità	9 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	3
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Multimateriale, Secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	40
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	1.800
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	-
In costruzione	Si
In fase di ampliamento	-

Zone residenziali - Caso studio 22
Bermejales, Siviglia (SPAGNA)

Breve descrizione del progetto:

Si tratta di una zona residenziale in costruzione, recentemente sviluppatasi a sud di Siviglia. Nel prossimo quadriennio, si amplierà in direzione di Siviglia con la realizzazione di altri 7000 abitazioni.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Siviglia
Anno di inizio operatività	2006
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	2.750
Capacità	9 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	-
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	1.370
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	-
In costruzione	Si
In fase di ampliamento	-

Zone residenziali - Caso studio 23
Barberà del Valles (SPAGNA)



Figura 7.23. Scavi e posa delle condotte a Barberà del Valles, nei pressi di Barcellona

Breve descrizione del progetto:

Barberà del Valles è un'area di nuova costruzione che dista 20 km da Barcellona.

La rete generale è attualmente in costruzione e la fine dei lavori, compresa la centrale di raccolta, è prevista per l'estate del 2006. Questo sarà il primo sistema mai realizzato in Spagna e probabilmente al mondo, a fare la raccolta differenziata di 4 frazioni di materiali.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Barberà del Valles
Anno di inizio operatività	2006
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	4.075 abitazioni
Capacità	13 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	4
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Multimateriale, Secco, Carta- Cartone
n° colonnine di raccolta	200
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	5.400
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	-
In costruzione	Si
In fase di ampliamento	-

Zone residenziali - Caso studio 24

El Toyo, Almeria (SPAGNA)



Figura 7.24. Plastico dell'intervento di riqualificazione urbana di El Toyo ad Almeria

Breve descrizione del progetto:

El Toyo I è la prima fase di un progetto di nuova urbanizzazione della città di Almeria; si trova in prossimità di una lunghissima spiaggia e quindi vicino al mare. E' prevista la costruzione di alberghi, abitazioni, ville unifamiliari, qualche residenza a sviluppo verticale, club sportivi e ricreativi, e un ospedale. Parte delle residenze condominiali serviranno come alloggio per i partecipanti dei Giochi del Mediterraneo, dell'edizione 2005.

Grazie alla varietà delle tipologie abitative e dei locali che saranno serviti dall'impianto di raccolta automatizzata si tratta di uno dei casi di studio più interessanti.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Almeria
Anno di inizio operatività	2005
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	32.70 abitazioni
Capacità	-
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	61
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	12.000
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	no
In costruzione	Si
In fase di ampliamento	Si

Zone residenziali - Caso studio 25
Majadahonda, Madrid (SPAGNA)



Figura 7.25. Stazione di raccolta dei rifiuti a Majadahonda.

Breve descrizione del progetto:

Il Centro Majadahonda è una zona ben consolidata della città di Majadahonda, una località situata poco fuori Madrid. Il sistema è entrato in funzionamento nell'anno 2000, ed è progettato per raccogliere due frazioni (multimateriale e secco non riciclabile). La centrale di raccolta è dotata di due aspiratori e quattro contenitori. Arcipreste è una delle quattro aree di Majadahonda in cui è stata installata la rete per raccolta pneumatica. Attualmente 25.000 abitanti di questa località (sui 42.000 totali) usufruiscono di questo servizio, e si è calcolato che il 60% dei rifiuti prodotti dalla città viene gestito con la raccolta pneumatica.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Majadahonda
Anno di inizio operatività	2000
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	8.900 abitazioni
Capacità	18 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Multimateriale, Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	195
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	12.500
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	Si

7.3 Centri storici

7.3.1 Casi studio

Centri storici - Caso studio 1 **Palma di Mallorca (SPAGNA)**



Figura 7.26. Scorcio sul centro storico di Palma di Maiorca. A sinistra, colonne di conferimento dei rifiuti per la raccolta differenziata.

Breve descrizione del progetto:

L'installazione del centro storico di Palma di Maiorca è la più grande del genere in Europa. Il centro di raccolta è ubicato nel sottosuolo a 100 metri dal mare ed è in grado di gestire due diversi tipi di rifiuti: materiali organici ed altri prodotti combustibili. Per poter fornire un servizio soddisfacente sia ai residenti che ai numerosi negozi e ristoranti di questa bellissima area del Mediterraneo, sono stati disposti lungo le strade 345 raccoglitori per singole frazioni e misti che consentono di smaltire tanto i rifiuti delle attività commerciali che quelli misti. E' dotata di un sistema di compattatori a ciclone, e di una valvola di deviazione che consente la raccolta di due tipi differenti di frazioni residue.

L'impianto comprende una estesa rete di condotti che si snoda lungo circa dodici chilometri al di sotto delle affollate strade della città, il cui accesso è praticamente impossibile per gli automezzi della nettezza urbana convenzionali.

Inoltre, i raccoglitori sono stati ubicati strategicamente per fondersi meglio al delicato contesto del centro storico.

Il sistema è stato installato nel 1999 ed è entrato in funzione nel 2002.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Vitoria - Gasteiz
Anno di inizio operatività	2002
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Centro urbano storico
Bacino di utenza servito	9.100 abitazioni
Capacità	18 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	345
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	11.600
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	No

Centri storici - Caso studio 2

Nyhavn, Copenhagen, (DANIMARCA)



Figura 7.27. Scorcio sul porto del centro storico.

Breve descrizione del progetto:

Nyhavn è una piccola città nei pressi di Copenhagen, in Danimarca, che richiama un discreto numero di turisti durante la stagione estiva. In un quartiere del centro è stato realizzato un sistema di raccolta pneumatica. Il progetto risale al 1996 ed è attualmente in funzione. E' costituito da 8 colonne di raccolta che coprono un bacino d'utenza di circa 150 abitazioni e circa 120 ristoranti.

Durante la stagione estiva il sistema trasporta oltre 60 tonnellate di spazzatura alla settimana. Si tratta di un progetto abbastanza piccolo nelle dimensioni ma molto curato nell'aspetto estetico e di inserimento nel tessuto urbano; la rete di tubazioni raggiunge appena i 550 m di lunghezza e viene raccolta un'unica frazione di rifiuti. Le colonne di raccolta si configurano come un elemento di arredo urbano poiché hanno un disegno architettonico molto gradevole.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Danimarca
Città	Nyhavn, Copenhagen
Anno di inizio operatività	1996
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Centro urbano storico
Bacino di utenza servito	150 abitazioni
Capacità	9 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	1
Tipologia del rifiuto urbano	Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	8
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	550
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	Si

Centri storici - Caso studio 3
Santa Cruz, Siviglia, (SPAGNA)



Figura 7.28. Colonnina di conferimento dei rifiuti nel centro storico di Santa Cruz, Siviglia.

Breve descrizione del progetto:

Santa Cruz è un quartiere storico monumentale situato al centro di Siviglia. Il sistema comprende nove punti di aspirazione ma attualmente solo quattro di questi sono in funzione. La progettazione e la realizzazione delle opere civili connesse all'impianto è stata estremamente complicata, a causa delle strade strettissime e dell'antico tracciato stradale esistente. Santa Cruz è un quartiere ad altissima incidenza turistica e la corretta esecuzione dei lavori è stata una delicatissima operazione di riqualificazione urbana.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Siviglia
Anno di inizio operatività	2002
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Mobile
Campo di applicazione	Centro urbano storico
Bacino di utenza servito	3.700 abitazioni
Capacità	-
Numero di frazioni raccolte	1
Tipologia del rifiuto urbano	Organico
n° colonnine di raccolta	42
n° container stoccaggio	42
Totale metri di rete	3.700
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	Si
In fase di ampliamento	-

Centri storici - Caso studio 4

Vitoria-Gasteiz, Paesi Baschi, (SPAGNA)



Figura 7.29. Colonnine di conferimento dei rifiuti per la differenziazione all'origine. Vista sul centro storico e sulle antiche mura della città.

Breve descrizione del progetto:

Questo sistema di raccolta automatizzata gestisce i rifiuti che vengono prodotti nel Quartiere Medievale di Vitoria – Gasteiz, nei Paesi Baschi.

Questo quartiere è quasi totalmente pedonale e l'accesso dei veicoli pesanti addetti alla raccolta tradizionale è ostacolato dalle strade strette e tortuose. Inoltre, trattandosi di una zona di alto interesse sotto il profilo storico, richiama massiccia la presenza dei turisti ed il transito dei camion risulta particolarmente sgradevole oltre che pericoloso.

L'area è disseminata di piccoli esercizi commerciali, negozi di prodotti tradizionali, piccoli ristoranti, bar, etc... Le colonne di conferimento dei rifiuti per l'utente sono per la maggior parte situate negli spazi per la collettività, nelle piazze e lungo le maggiori strade in modo da risultare perfettamente integrate con l'ambiente circostante.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Vitoria - Gasteiz
Anno di inizio operatività	2002
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	3.000 abitazioni
Capacità	-
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	180
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	4.200
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	Si

Centri storici - Caso studio 4
Ciudad vella, Barcellona (SPAGNA)



Figura 7.30: Vista del mercato di S. Caterina, ristrutturato dallo studio Miralles-Tagliabue. Al di sotto si trova la centrale di raccolta.

Breve descrizione del progetto:

Barcellona è in assoluto la città che più di ogni altra ha cambiato volto con la raccolta pneumatica. Sono moltissimi i quartieri in cui il sistema funziona a regime già da tempo, da quando, con la costruzione del villaggio Olimpico fu sperimentata per la prima volta. Il progetto è in continuo ampliamento, il bacino di utenza servito nel solo centro storico conta oltre 2.200 abitazioni con una rete di tubazioni che supera i 2.200 metri. La stazione di raccolta si trova al di sotto del mercato di Santa Caterina, ristrutturato di recente dal celebre studio di Architettura Miralles Tagliabue.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Barcellona
Anno di inizio operatività	-
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Sistema Mobile
Campo di applicazione	Zona residenziale – centro storico
Bacino di utenza servito	2.200 abitazioni
Capacità	7 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	49
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	2.200
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	
In ampliamento	Si

Centri storici - Caso studio 5

Leon, Paesi Baschi (SPAGNA)



Figura 7.31. Stazione di raccolta dei rifiuti a Leon.

Breve descrizione del progetto:

Il centro storico di Leon è caratterizzato da stradine molto strette, lungo le quali si alternano antiche residenze e vecchie attività commerciali. Questa conformazione urbana, comune peraltro alla maggiorparte dei centri storici, rendeva estremamente complicata la tradizionale raccolta dei rifiuti urbani, per diverse ragioni. I camion addetti allo svuotamento dei contenitori non potevano circolare agevolmente, ed il loro transito risultava un pericolo per i residenti della zona così come per i numerosi turisti. Leon inoltre richiama ogni anno migliaia di pellegrini essendo una tappa importante del ben noto cammino di Santiago.

Oggi giorno, con l'installazione di un impianto di raccolta pneumatica questo problema è stato quasi completamente risolto e le amministrazioni locali si ritengono estremamente soddisfatte dei risultati ottenuti.

Il sistema è progettato per raccogliere due frazioni di rifiuti, il multimateriale e il secco non riciclabile, e la centrale di raccolta di due aspiratori e quattro compattatori.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Spagna
Città	Leon (Paesi Baschi)
Anno di inizio operatività	2001
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Zona residenziale
Bacino di utenza servito	2500 abitazioni
Capacità	8 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Rifiuto secco non riciclabile e multimateriale
n° colonnine di raccolta	79
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	3800 m
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	-

7.4 Nuovi centri urbani

7.4.1 Casi studio

Nuovi centri urbani - Caso studio 1 **Expò, Lisbona (PORTOGALLO)**



Figura 7.33: Expo' 98, Lisbona.

Breve descrizione del progetto:

L'esposizione mondiale del 1998 fu molto più di una semplice occasione per il miglioramento e la riqualificazione urbana di Lisbona e del suo intorno; fu piuttosto un'ottima opportunità per modernizzare e dare visibilità internazionale alla città e all'intero Paese; fu una vera esperienza progettuale connotata di una forte valenza ambientale che si configurò

come un'importante occasione per applicare concretamente concetti assolutamente innovatori nella progettazione delle città del domani.

Il progetto dell' Expo' permise di recuperare sia da un punto di vista urbanistico, sia da un punto di vista di risanamento ambientale, una vasta area degradata.

Il Parco Nacoes occupa attualmente 340 ettari di terreno, inclusi 5 chilometri di edificazione lungo l'estuario del fiume Tajo, oltre il vecchio aeroporto Olivais Dock del 1940.

La primissima fase del progetto servì per pianificare e progettare l'area per l'utilizzo come spazio pubblico e per l'Expo' del 1998. Oggi è un vivissimo distretto urbano con una sua valenza propria, nel quale trovano spazio edifici residenziali, servizi connessi, infrastrutture urbane, attività commerciali, uffici e spazi verdi pubblici.

La prima parte del più grande sistema di raccolta pneumatica di rifiuti iniziò a funzionare nell'aprile del 1998. Nel 2004 furono completate le ultime connessioni e da allora l'intero impianto gestisce i rifiuti di 25.000 abitanti residenti e degli oltre 18.000 lavoratori della zona.

Tutti gli appartamenti residenziali, i negozi, gli uffici e il grandissimo centro commerciale Vasco da Gama sono connessi alla rete da tre sistemi sotterranei di trasporto dei rifiuti. Al sistema è altresì connessa la stazione dei treni, il terminal degli autobus, la metropolitana e gestisce inoltre i rifiuti dei cinema e dei musei più vicini.

Ogni giorno nelle condotte sotterranee viaggiano un totale di 80 tonnellate di rifiuti urbani differenziati in tre frazioni distinte.

Quando termineranno i lavori la capitale portoghese disporrà del più grande sistema automatizzato al mondo per la raccolta dei rifiuti.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Portogallo
Città	Lisbona
Anno di inizio operatività	1998
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Nuovi centri urbani
Bacino di utenza servito	-
Capacità	80 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	3
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Rifiuto secco non riciclabile, Multimateriale
n° colonnine di raccolta	1.000
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	-
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	No

Nuovi centri urbani - Caso studio 2
Almere (OLANDA)



Figura 7.33. Almere, Paesi Bassi.

Breve descrizione del progetto:

Almere è la città dei Paesi Bassi di più rapida espansione. La città sorge vicino al mare e insiste su un terreno che sta al di sotto del livello del mare.

E' stata la prima città olandese che ha sperimentato un sistema pneumatico di trasporto sotterraneo dei rifiuti. Il sistema centrale di tutto l'impianto è costituito da una rete di condotte interrate lunga complessivamente 8 chilometri, 350 punti di conferimento installati negli spazi pubblici e negli edifici residenziali. Per la carta è stato progettato un sistema speciale a parte.

I rifiuti depositati vengono svuotati con una media di dieci volte al giorno. La prima parte del progetto è entrata in funzione nell'ottobre del 2003 ma è pianificata in quattro anni l'estensione del sistema a tutta la città. Almere, inoltre, è la prima città al mondo ad aver collegato sempre con il medesimo sistema di condotte sotterranee anche tutti i cestini dei rifiuti della città.

Il sistema costituisce una vera innovazione per ripulire e migliorare le aree pedonali e le piazze cittadine; i cestini infatti non sono molto capienti e normalmente devono essere svuotati anche cinque volte al giorno (nei finesettimana, quando c'è una maggiore affluenza turistica, anche più spesso).

Con questo sistema invece si svuotano automaticamente appena si riempiono e sono trasportati via con il sistema di condotte.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Olanda
Città	Almere
Anno di inizio operatività	2003
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Nuovi centri urbani
Bacino di utenza servito	-
Capacità	30 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	3
Tipologia del rifiuto urbano	Organico, Rifiuto secco non riciclabile, Carta
n° colonnine di raccolta	32
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	8.500
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	Si
In fase di ampliamento	Si

Nuovi centri urbani - Caso studio 3
Havnestad, Copenhagen (DANIMARCA)



Figura 7.34. Vista dal mare sul nuovo quartiere di Havnestad.

Breve descrizione del progetto:

A circa due chilometri dal centro di Copenhagen sorgerà un nuovo quartiere residenziale nella vecchia zona portuale: Havnestad. In questo nuovo quartiere verranno edificati oltre 1000 appartamenti, che coesisteranno con le antiche presistenze industriali completamente ristrutturate. Havnestad è uno dei tanti quartieri residenziali che sono stati pianificati per l'espansione della meravigliosa città baltica. Nei prossimi tre anni si edificheranno circa 4.300 appartamenti da circa 80 m2 di superficie ciascuno.

I 18 ettari di capannoni nel porto di Copenhagen verranno trasformati in una prestigiosa area residenziale.

La particolarità del progetto sta nella caratterizzazione architettonica degli edifici stessi e nella loro valenza da un punto di vista della tutela dell'ambiente.

Il profilo ambientale e di sostenibilità è molto chiaro nei tre edifici principali. Un sistema di teleriscaldamento con centrale alimentata con materiale riciclato è uno degli esempi insieme al sistema di trasporto dei rifiuti sotterraneo. Tutte le installazioni per il trattamento dei rifiuti, compresa la centrale di raccolta, sono completamente interrato. In questo modo tutto lo spazio a livello stradale può essere impiegato in altro modo, migliorando di conseguenza la qualità della vita degli abitanti del quartiere.

Grazie alla loro vicinanza all'acqua e alle nuove aree verdi, i nuovi appartamenti hanno una posizione unica e sono praticamente adiacenti al centro di Copenhagen

Gli inquilini ed i proprietari di immobili nel quartiere di Havnestad hanno ricevuto un'offerta economica eccezionale: infatti, le società locali preposte alla raccolta dei rifiuti hanno finanziato quasi del tutto la costruzione e la manutenzione del sistema pneumatico in modo da non far gravare la spesa iniziale sui residenti. La tassa sui rifiuti è notevolmente più bassa con il sistema pneumatico piuttosto che con quello tradizionale.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Danimarca
Città	Copenhagen
Anno di inizio operatività	2004
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Nuovi centri urbani
Bacino di utenza servito	1.300 abitazioni
Capacità	1,5 tonnellate/giorno
Numero di frazioni raccolte	1
Tipologia del rifiuto urbano	Rifiuto secco non riciclabile
n° colonnine di raccolta	Una
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	8.500
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	Si
In fase di ampliamento	Si

7.5 Attività, terziario e casi particolari

7.5.1 Casi studio

Attività, terziario e aeroporti - Caso studio 1

Science Park Biopolis, Hong Kong (CINA)



Figura 7.35. Veduta aerea sul parco della Scienza di Hong Kong.

Breve descrizione del progetto:

Il parco della scienza di Hong Kong è un modernissimo complesso di edifici che diventerà la sede di una serie di imprese ad elevato profilo tecnologico. Occuperà un'area di 22 ettari che verranno costruiti nell'ambito di tre fasi progettuali distinte. L'ultima fase sarà terminata nel 2009.

Il sistema adottato per la raccolta pneumatica dei rifiuti è il primo esempio asiatico di impianto con sistema di riciclaggio a doppio pluviale. La carta da riciclare viene raccolta in una suo proprio pluviale e questo migliora le caratteristiche ecologiche del sistema.

Inoltre tutte le tubazioni sotterranee e le condotte verticali sono state realizzate in acciaio inossidabile per evitare la corrosione dovuta alla vicinanza con il mare.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Cina
Città	Hong Kong
Anno di inizio operatività	2002
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Parco della scienza
Bacino di utenza servito	330.000 m2 di uffici
Capacità	-
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Combustibile, Carta
n° colonnine di raccolta	-
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	2.000
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	Si

Attività, terziario e aeroporti - Caso studio 2
Deutsche Bank, Francoforte (GERMANIA)



Figura 7.36. Vista sugli edifici della Deutsche Bank di Francoforte e skyline della città.

Breve descrizione del progetto:

Le due torri della Deutche Bank segnano in modo deciso lo skyline della metropoli economico-finanziaria di Francoforte. Qui l'impianto di raccolta automatizzata dei rifiuti è stato messo in funzione già nel 1983.

Entrambe le torri sono state connesse al sistema con pluviali differenti. Questo impianto però gestisce solo la raccolta della carta da riciclare.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Germania
Città	Francoforte
Anno di inizio operatività	1983
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Quartiere finanziario
Bacino di utenza servito	-
Capacità	3 metri cubi /giorno
Numero di frazioni raccolte	2
Tipologia del rifiuto urbano	Carta
n° colonnine di raccolta	70
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	-
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	No

Attività, terziario e aeroporti - Caso studio 3
Biopolis, Singapore (SINGAPORE)



Figura 7.37. Vista aerea del Polo della Scienza di Singapore.

Breve descrizione del progetto:

I problemi relativi alla raccolta dei rifiuti nelle città come Singapore sono evidenti. I piani interrati degli edifici subiscono gli effluvi delle colonne di raccolta e delle camere dei rifiuti, inoltre i residenti lamentano spesso anche la presenza di grossi insetti che risalgono dalle colonne stesse. Visto che il 90% della popolazione di Singapore vive e lavora in edifici estremamente alti in cui praticamente è sempre presente una colonna di raccolta dei rifiuti i problemi igienici sono considerevoli. Per questi ed altri motivi è da anni ormai che la tendenza in questa città è quella di adattare gli edifici esistenti ai sistemi pneumatici e predisporre quelli nuovi a questo tipo di raccolta.

JTC Biopolis, ad esempio, fa parte del vasto complesso tecnologico, il polo della Scienza di Singapore; si tratta di un centro di Ricerca di respiro Internazionale che si occupa dello sviluppo delle scienze biomediche. Vi alloggeranno oltre 2.000 persone, tra medici, scienziati e professionisti del settore.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Singapore
Città	Singapore
Anno di inizio operatività	2003
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Centro di Ricerca
Bacino di utenza servito	
Capacità	20 metri cubi /giorno
Numero di frazioni raccolte	1
Tipologia del rifiuto urbano	Carta
n° colonnine di raccolta	4
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	600
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	No

Attività, terziario e aeroporti - Caso studio 4
International Airport, Kuala Lumpur (MALESIA)



Figura 7.38. Vista sui terminal dello scalo internazionale dell'aeroporto di Kuala Lumpur.

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Kuala Lumpur
Città	Malesia
Anno di inizio operatività	1998
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Aeroporti
Bacino di utenza servito	
Capacità	25 metri cubi /giorno
Numero di frazioni raccolte	1
Tipologia del rifiuto urbano	Combustibile
n° colonnine di raccolta	92
n° container stoccaggio	-

Totale metri di rete	3332
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	No

Attività, terziario e aeroporti - Caso studio 5
Shangai Eastern Air Catering, (CINA)



Figura 7.39. Centro di servizio catering dell'Aeroporto Pudong di Shangai

Tabella riepilogativa delle principali caratteristiche del caso di studio.

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Cina
Città	Shangai
Anno di inizio operatività	1999
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	

Tipologia di sistema	Statico
Campo di applicazione	Aeroporti-Catering
Bacino di utenza servito	
Capacità	10 tonnellate /giorno
Numero di frazioni raccolte	1
Tipologia del rifiuto urbano	Combustibile
n° colonnine di raccolta	-
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	60
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	No

Attività, terziario e aeroporti - Caso studio 6
Cara Airport Service, Toronto, (CANADA)



Figura 7.40. Edificio della Cara Airport per il servizio catering dell'Aeroporto di Toronto

DATI RELATIVI AL PROGETTO	
Paese	Canada
Città	Toronto
Anno di inizio operatività	1989
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	
Tipologia di sistema	Misto
Campo di applicazione	Aeroporti-Catering
Bacino di utenza servito	
Capacità	6 tonnellate /giorno
Numero di frazioni raccolte	1

Tipologia del rifiuto urbano	Combustibile
n° colonnine di raccolta	-
n° container stoccaggio	-
Totale metri di rete	200
SITUAZIONE ATTUALE	
In attività	Si
In costruzione	-
In fase di ampliamento	No

Tabella 7.1 e 7.2. Seguono due tabelle di riepilogo dei casi studio analizzati con i principali dati dimensionali di ciascun progetto.

	CITTA'	PAESE	ANNO (inizio attività)	BACINO UTENZA (n° abitazioni)	CAPACITA' (t _{RSU} / giorno)	LUNGHEZZA RETE (m)	INLET POINTS
ZONE RESIDENZIALI	Can Llong (Barcellona)	Spagna	2005	4.560	15	8.000	345
	Ametzola (Bilbao)	Spagna	1999	3.330	15	2.000	166
	Equatorial Condominium	Singapore	2001	95	n.d.	180	3
	Eriksberg (Gotemburgo)	Svizzera	1993	2.300	23 (anno)	3.200	3
	Hammarby (Stoccolma)	Svezia	1999	2.400	2,3	3.800	270
	Ibaondo (Vitoria-Paesi Baschi)	Spagna	2004	2.600	n.d.	4.500	84
	Pino Montano (Siviglia)	Spagna	2004	8.000	n.d.	14.500	170
	Pino Montano 2 (Siviglia)	Spagna	2002	8.000	n.d.	14.500	356
	Salburua (Vitoria-Paesi Baschi)	Spagna	n.d.	9.220	n.d.	13.200	544
	San Diego (Siviglia)	Spagna	2004	8.000	n.d.	11.500	342
	Tin Shui Wai (Hong Kong)	Hong Kong	2001	5.760	n.d.	1.200	8
	Parc de Torrent, Valencia	Spagna	2006	4.230	n.d.	4.800	80
	Vadelasfuentes (Madrid)	Spagna	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Yongin City (Seoul)	Corea	2000	n.d.	n.d.	4.200	101
	Zabalzana (Vitoria-Paesi Baschi)	Spagna	2002	9.760	16	12.600	454
	Ciudad Vella (Barcellona)	Spagna	2000	2.002	7	2.002	49
	Arcipreste (Madrid)	Spagna	2000	4.100	12,7	7.600	117
	Barakaldo	Spagna	2002	8.500	n.d.	8.400	411
	Gran de Gracia (Barcellona)	Spagna	1995	1.900	6	1.250	42
	Valdespartera (Saragozza)	Spagna	2005	9.700	63	9.000	550
Vapor Gran Terrassa	Spagna	2004	3.500	n.d.	1.800	40	
Bermejales (Siviglia)	Spagna	2006	2.750	n.d.	1.370	n.d.	
Barberà del Valles (Barcellona)	Spagna	2006	4.075	13	5.400	200	
El Toyo (Almeria)	Spagna	2005	2.700	n.d.	12.000	61	
Majadahonda (Madrid)	Spagna	2000	8.900	18	12.500	195	
	Totale		57.887		78.122	456	

	CITTA'	PAESE	ANNO (inizio attività)	BACINO UTENZA	CAPACITA' (trsul/ giorno)	LUNGHEZZA RETE (m)	INLET POINTS (n°)
CENTRI STORICI	Palma di Maiorca	Spagna	2002	9.100	18	11.600	345
	Santa Cruz (Siviglia)	Spagna	2002	3.700	n.d.	3.700	42
	Nihavn (Copenaghen)	Danimarca	1996	150	9	550	8
	Vitoria (Paesi Baschi)	Spagna	2002	3.000	n.d.	4.200	180
	Ciudad Vella	Spagna	2000	2.002	7	2.002	49
	Leon	Spagna	2001	2.500	8	3.800	79
NUOVI CENTRI URBANI	Expo' Lisbona	Portogallo					
	Almere	PAESI BASSI	2003		30	8.500	32
	Havnestad (Copenaghen)	Danimarca	2004	1.300	1,5	3.000	
	Montepilar (Madrid)	Spagna	2004	3.800	n.d.	9.000	300
CASI PARTICOLARI	Parco della scienza Hong Kong	Hong Kong	2002		330000 m ² superf	2.000	70
	Deutsche Bank (Francoforte)	Germania	1983		3 m ³		4
	JTC Biopolis	Singapore	2003		20 m ³	600	92
	Aereoporto Kuala Lumpur	Malesia	1998		25	3.332	n.d.
	Aereoporto Shanghai	Cina	1999		10	60	8
	Korean Air, Seoul	Corea	2001		20	380	n.d.
	Cara Airport Service Toronto	Canada	1989		6	200	n.d.
	Ospedale Ulm	Germania	1981	500 camere	1,25	1.000	27
	Ospedale Heidelberg	Germania	1984	883 camere	2		46
	Ospedale Gotemburgo	Svezia	2002	200 appartam.	2	260	4
OSPEDALI E CLINICHE							

8 ANALISI ARCHITETTONICA DEGLI ELEMENTI

8.1 Gli elementi architettonici del sistema

La parte del sistema con cui gli utenti entrano in contatto e con cui la città deve confrontarsi sono le colonne di conferimento che vanno a sostituirsi fisicamente al tradizionale cassonetto stradale e la stazione di raccolta: questi elementi assumono un ruolo fondamentale nell'inserimento nel contesto del sistema stesso e nell'accettazione di una tecnologia che rivoluziona le abitudini consolidate dei cittadini. Come spesso accade, ciò che non è noto genera diffidenza, la diffidenza associata all'ignoranza (nel suo senso stretto di non conoscenza) impedisce lo sviluppo. ***In questo senso si ritiene sbagliata ogni scelta urbanistica che prediliga interventi atti a mascherare o ancora peggio a nascondere la trasformazione piuttosto che a valorizzarla rendendola visibile.***

Si tratta di forme architettoniche che devono integrarsi nella struttura urbana, non essere allontanate, e che devono diventare il segno tangibile di una città in sviluppo.

Il linguaggio dell'architettura espresso nelle forme, nei materiali e nelle tecnologie adottate può essere di grande aiuto allo sviluppo di una nuova tipologia edilizia: quella dell'Architettura per la tutela dell'ambiente, che però non viene più collocata lontana dagli insediamenti urbani, al contrario ne diventa una parte integrante.

8.2 La stazione di raccolta dei rifiuti

La stazione di raccolta dei rifiuti è un elemento forte del sistema sia da un punto di vista dell'impatto visivo, poiché può avere dimensioni rilevanti o

tipologia particolare, sia da un punto di vista concettuale (Figura 8.1). Si tratta infatti, di un elemento nuovo con cui i cittadini potrebbero dover entrare in contatto e con cui la città stessa deve confrontarsi, in maniera più o meno evidente a seconda della posizione che essa assume all'interno del contesto urbano. La localizzazione idonea potrebbe infatti prevedere una posizione centrale rispetto al tessuto urbano o comunque stabilire un legame di vicinanza a parti centrali della città.

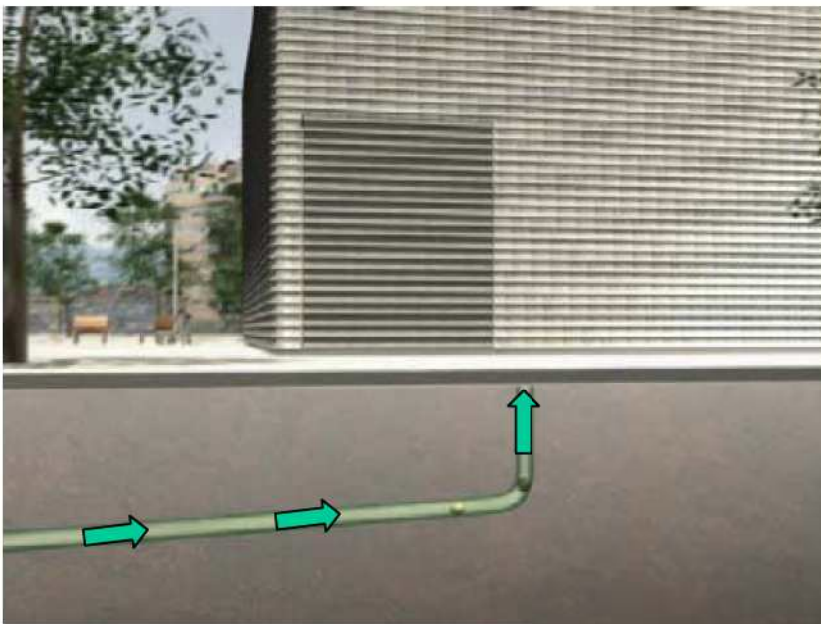


Figura 8.1 Schema di ingresso dei rifiuti nella centrale di raccolta.

Una stazione di raccolta dei rifiuti di un sistema pneumatico vista dall'esterno non è altro che un edificio, di dimensioni, forma e tipologia variabile. Ma è anche l'involucro del cuore e del cervello di tutto il sistema; è l'edificio entro il quale i rifiuti vengono convogliati pneumaticamente attraverso il sistema di condotte dal loro posto di origine. E' qui che si trova la parte più tecnologica dell'intero sistema, dal circuito di aspirazione al sistema informatico di gestione.

E' un edificio che, visto dall'esterno, si può connotare come una presenza forte. Ma è anche il simbolo di una tecnologia che se inserita nell'ambito urbano migliora la qualità della vita di una comunità insediata.

Di conseguenza rappresenta una trasformazione che dà un valore aggiunto alla struttura urbana ed un elemento di alto valore scientifico. Sensibilizzare dei cittadini con i più appropriati mezzi della divulgazione scientifica, nei confronti di tematiche così importanti, per le generazioni attuali come per quelle future, fa parte di uno dei pre-requisiti della corretta pianificazione e gestione del territorio.

L'acquisizione di una corretta coscienza ambientale è un passo indispensabile verso la sostenibilità dello spazio urbano. L'integrazione di un sistema alternativo per la raccolta dei rifiuti nella stessa struttura urbana così come nella società permette di creare un plus valore.

8.2.1 Tipi di centrali di raccolta

In base alla posizione rispetto al livello stradale possiamo dividere le stazioni di raccolta in quattro grandi gruppi:

1. stazioni sotterranee (Figura 8.1)
2. stazioni semi sotterranee (Figura 8.2)
3. stazioni in superficie (Figura 8.3)
4. stazioni completamente nascoste (Figura 8.4).

A seconda del contesto, della maglia urbana, delle esigenze economiche, del dimensionamento del progetto e della sensibilità architettonica della cittadinanza, si prediligerà una di queste tipologie.



Figura 8.1. Schematizzazione rispetto al livello stradale di una stazione di raccolta sotterranea

Le stazioni sotterranee risultano completamente interrato. Tutta la tecnologia è al di sotto del livello stradale ma contenuta in un edificio visibile in superficie, cui si accede al di sopra del piano stradale. C'è quindi una costruzione visibile dall'esterno che ne segnala e ne identifica la presenza.

Esempi di stazioni sotterranee li possiamo trovare a Vadelasfuentes, Madrid (vedi Figura 7.14). Si tratta di una tipologia che si può inserire agevolmente nel tessuto urbano.



Figura 8.2. Schematizzazione rispetto al livello stradale di una stazione di raccolta semisotterranea.

La stazione semi semisotterranea è concettualmente simile alla precedente. La differenza sta soprattutto nella dimensione della parte superficiale. Poiché è solo una parte del sistema ad essere interrato l'edificio che si trova a livello strada è tendenzialmente più grande i termine di volume. Da un punto di vista architettonico si connota di una valenza propria, ma tendenzialmente si inserisce nel contesto come un qualsiasi edificio di servizi pubblici.

Un esempio di stazione semisotterranea è quella di Ibaiondo (vedi Figura 7.6).



Figura 8.3. Schematizzazione rispetto al livello stradale di una stazione di raccolta superficiale.

Le stazioni superficiali sono edificate completamente al di sopra del livello stradale. Si tratta di costruzioni piuttosto grandi ed impattanti ma che si connotano di una loro specifica valenza architettonica. E' una tipologia che solitamente viene utilizzata per le stazioni edificate al di fuori della città o comunque in spazi molto grandi.

Alcuni esempi li troviamo nei casi studio di Pino Montano¹ e 2, Leon, Siviglia, Majadahonda (vedi figg. 7.8, 7.9, 7.25, 7.31).

8.3 Tipi di colonne di conferimento dei rifiuti

Le colonnine di conferimento si configurano come la parte del sistema con la quale l'utente viene maggiormente in contatto e si confronta quotidianamente. Rappresentano l'elemento di congiunzione tra il cittadino e la nuova modalità di raccolta dei rifiuti; di fatto vanno a sostituire fisicamente l'elemento "cassonetto" o contenitore di raccolta, mantenendo il medesimo riferimento ma connotandosi di una valenza nuova.



Figura 8.4. Schematizzazione del nodo di congiunzione tra inlet point e rete sotterranea, e immagine di una colonna di raccolta a Barcellona

Tali elementi possono essere di diverse tipologie: vanno ad integrarsi negli edifici esistenti e pertanto possono essere collocate direttamente nei cortili privati dei condomini, nelle facciate stesse degli edifici, nei pianerottoli degli appartamenti, nei piani interrati a livello dei garage, etc...(figura 8.5.)



Figura 8.5. Colonne di raccolta e chiusini integrati all'interno degli edifici.

Le colonnine di conferimento però, si troveranno per lo più lungo le strade, nelle piazze o comunque in spazi pubblici; pertanto diventano in tutto e per tutto degli elementi di arredo urbano che si inseriscono in diversi contesti. Al fine di integrarli perfettamente nel tessuto urbano si rende necessario uno studio del design e architettonico appropriato relazionato al contesto.

Di seguito sono state raccolte alcune immagini di colonne di raccolta utilizzate in diverse città, il cui design è stato curato al fine di inserirle nel paesaggio urbano come elementi di arredo urbano.

In questo modo anziché rappresentare un detrattore della qualità dello spazio urbano possono diventare il segno tangibile di una città in fase di sviluppo, tecnologico, ambientale, scientifico.



Figura 8.6. Colonne di raccolta in un quartiere residenziale svedese.



Figura 8.7. Colonne per la raccolta di tre frazioni un una strada di Barcellona.



Figura 8.8. Vista sul cortile interno di un condominio. I contenitori sono schermati da un setto ligneo che ne fa percepire la presenza ma ne mitiga l'impatto sulla strada. I colori differenti dei chiusini facilitano l'utente nella scelta del contenitore appropriato.

9 CONSIDERAZIONI SUL TERRITORIO E SULL'INTEGRAZIONE NEL TESSUTO URBANO

9.1 Piani strategici e immagine della città

Secondo Luigi Mazza il piano strategico dovrebbe avere “una forte immagine spaziale” condivisa, capace di comunicare i “caratteri principali del piano che sono riassumibili nei seguenti attributi: generalità, stabilità e semplicità, selettività e comprensività (dove con questi ultimi due termini si intende un programma selettivo, ma in grado di ricondurre le sue scelte ad un riconoscibile quadro generale). La costruzione di un'immagine condivisa è insieme il prodotto e il riconoscimento della formazione di alleanze e coalizioni di sostegno delle strategie collettive. La costruzione di coalizioni è a sua volta il risultato di strategie di cooperazione che individuano e strutturano nuove reti di interessi e collaborazioni” (Mazza).

E' importante soffermarsi a riflettere sull'importanza che la promozione dell'immagine ha per una città: l'immagine può essere una risorsa o può rappresentare un vincolo. Non tutte le città possono avere una buona immagine da spendere sull'esterno, ci sono casi in cui l'immagine esiste in termini di potenzialità ma non la si sa comunicare o veicolare; questo può limitare lo sviluppo in quanto mentre un'immagine forte sull'esterno può essere fonte di nuove opportunità (investitori, turisti, ecc...), viceversa un'immagine debole può precludere *chance* per l'economia e la società locale. Ridefinire l'immagine può essere una cosa non semplice; molte realtà locali hanno una debole capacità creativa di elaborare proiezioni, idee e scenari di città diversi da quelli attuali. C'è il rischio di rievocazioni del passato che possono diventare sterili ed autoreferenziali e che non riescono a generare percorsi innovativi, a catalizzare tensioni propositive per il futuro. Vi sono realtà statiche e con tessuto sociale debole e frammentario che non sono in grado di sprigionare energie, capacità e

risorse che le sono proprie; anche se talvolta si intravede qualche segnale di dinamismo e di rottura degli equilibri consolidati, alla fine tutto viene incanalato nello *status quo*, prevalendo il conformismo e l'omologazione, più che l'innovazione. In molte città esistono scarse occasioni di confronto, perché le arene pubbliche di discussione sono ridotte al minimo e l'ambiente sociale è poco ricettivo di fronte ad idee nuove o provenienti dall'esterno.

E' comunque importante "avere un'immagine", questa deve essere il più possibile forte e radicata ad elementi caratteristici dell'identità locale, identità consolidata o auspicata per il futuro, che sia il più possibile condivisa in modo stabile da un numero rilevante di soggetti locali per poi poter attrarre risorse ed energie dall'esterno.

Questo percorso di precisazione dell'immagine può portare ad un progressivo rafforzamento degli attori, può diminuire conflitti e contrapposizioni in vista di obiettivi da cui far discendere benefici generali per l'intera comunità interessata. Secondo Gabriele Pasqui "la produzione di immagini e di scenari, di "visioni del futuro" può essere elemento rigeneratore di identità locale, è importante generare immagini condivise circa la possibilità di sviluppo del territorio e capaci di generare processi di apprendimento e di accrescere la consapevolezza degli attori, aumentando congiuntamente la dotazione di capitale sociale" (Pasqui, 2001).

In questo senso l'immagine della città non rappresenta solo un futuro possibile o desiderabile, ma l'esito di una capacità di ridefinizione progettuale, di coinvolgimento e di corresponsabilità di soggetti su vasta scala. L'immagine o la ridefinizione dell'immagine si può dunque costruire attraverso strumenti e azioni diverse indirizzate a differenti target di riferimento: è importante capire quale immagine, spesso non l'unica possibile o non l'unica esistente, della città utilizzare, stabilire una coerenza delle azioni di promozione rispetto a tale immagine, uniformare il più possibile slogan, linguaggi e contenuti nei messaggi esterni; tutto questo può avere implicazioni notevoli nei percorsi di sviluppo.

La ridefinizione dell'immagine deve avvenire attraverso forme di comunicazione facilmente veicolabili che promuovano le potenzialità della città (aree disponibili, offerta ambientale, paesistica, culturale, turistica) e cerchino di

intercettare nuove opportunità di sviluppo; ma per far questo occorre, contemporaneamente, mettere in tensione, mobilitare e promuovere le risorse della società locale in coerenza con gli obiettivi promozionali auspicati dalla pubblica amministrazione. Una partecipazione attiva e interattiva nei confronti dell'istituzione pubblica può diventare fonte di razionalizzazione, di successo e di efficacia, può far emergere soluzioni non previste e aumentare la coesione sociale e il consenso sulle scelte. Il piano strategico dovrebbe aiutare a definire o a rendere esplicita l'idea di città che si intende perseguire, il quadro degli scenari futuri a cui tendere, essere uno stimolo che aiuti gli attori a prendere consapevolezza delle potenzialità e dei valori della città, sia di quelli evidenti, sia di quelli da "disvelare".

L'Ente pubblico deve avere un ruolo di indirizzo e di regia, deve essere capace di una visione strategica per finalizzare le proprie azioni entro un quadro di obiettivi certo, deve inoltre saper offrire ai cittadini quadri e visioni (anche spaziali) di futuro chiare, immagini evocative dei possibili scenari di sviluppo in grado di aumentare la consapevolezza di far parte di un'impresa collettiva. Quest'ultimo punto è molto importante per il successo delle iniziative promozionali, occorre che l'informazione e la comunicazione dell'immagine delle città sia nota ad un vasto pubblico, che sia assicurata la possibilità di partecipare e intervenire ai suoi lavori.

Per fare tutto questo è però opportuno che la società locale (enti, istituzioni, gruppi di semplici cittadini) riesca a trovare forme di aggregazione in cui si discuta e si ipotizzino nuovi scenari di sviluppo. Non tutte le realtà urbane riescono a realizzare questi obiettivi con efficacia, talvolta è più comodo e più semplice muoversi secondo le immagini del passato che elaborare nuove fasi creative di rilancio che portino tutta la comunità a crescere; non sono poche purtroppo le realtà che si contraddistinguono per scarsa capacità di cooperazione, basso livello di coscienza civica e limitata propensione all'innovazione.

Un aiuto nella ridefinizione dell'immagine può venire dall'organizzazione di grandi eventi (*hallmark event*) che sono catalizzatori di sviluppo urbano, producono nuova visibilità internazionale a città e territori, generano all'interno

delle città un clima di fiducia, di orgoglio e di riappropriazione simbolica. L'organizzazione di un grande evento costituisce l'occasione per avere a disposizione risorse straordinarie intorno a cui organizzare un complesso di operazioni che permettano di dare nuova visibilità alla città, al di là della durata degli eventi stessi.

9.2 I temi e gli assi strategici ricorrenti nelle esperienze italiane

Le città e i territori sono sollecitati ad una continua autorganizzazione che sappia valorizzare specificità e differenze locali per posizionarsi su segmenti particolari del mercato produttivo, turistico, culturale, del tempo libero e più in generale dell'offerta territoriale. Le singole realtà devono saper promuovere i propri valori ambientali, storici ed identitari che divengono nuove potenzialità di sviluppo per collocarsi sulle reti globali di competitività fra i territori. Questo è evidente per il mercato turistico, ma più in generale, molte opportunità economiche passano per la promozione di un prodotto territoriale forte in cui aspetti legati alla qualità della vita, ai servizi e all'ambiente urbano costituiscono un vantaggio competitivo di primaria importanza. I percorsi che in molte città hanno portato alla redazione di piani strategici hanno contribuito a mettere in luce e a svelare risorse nascoste e far capire come queste possano diventare motore di nuove occasioni di sviluppo.

Da una prima analisi sui casi di Piani strategici italiani sembrano emergere come prevalenti i seguenti temi o assi strategici: dimensione economica e di modernizzazione delle città, rafforzamento delle specificità produttive locali, miglioramento dell'occupazione e adeguamento dell'offerta formativa, sostegno degli investimenti, localizzazione e attrazione di nuove imprese nei settori dell'innovazione tecnologica. Molto presente è il tema della riconversione di aree produttive oggi dimesse, spesso causa di problemi di ordine sociale ed ambientale. I piani strategici si configurano dunque come veri e propri piani di sviluppo economico che cercano di guidare la transizione da un'economia industriale ad un'economia più diversificata basata sulle innovazioni tecnologiche, sull'informazione, sull'apprezzamento per le tematiche ambientali e di

miglioramento della qualità della vita. In alcuni piani lo sviluppo dell'offerta culturale è considerato una leva su cui puntare per migliorare la qualità dell'ambiente urbano in un rapporto di integrazione strategico tra queste componenti.

La promozione culturale della città che comprende la valorizzazione del patrimonio storico-artistico urbano e la conseguente crescita del fenomeno turistico diviene quindi parte integrante della strategia di rigenerazione urbana, e fornisce un input allo sviluppo economico, in termini di creatività. La preoccupazione maggiore sembra quella di non perdere occasioni e opportunità, di saper velocizzare i tempi delle trasformazioni sia in senso fisico, sia in senso organizzativo, per adeguarsi ai cambiamenti in atto; di sapere nel contempo individuare le politiche e gli interventi più opportuni che permettano alle città di stare "al passo con i tempi" in campo sociale, economico ed occupazionale, di saper valorizzare, guidare ed indirizzare potenzialità ed elementi di crescita.

In generale il miglioramento della qualità ambientale e dell'offerta urbana sono al centro dell'attenzione di molti piani strategici, i fattori ambientali che fino a qualche decennio fa avevano un'importanza marginale all'interno delle politiche urbane, stanno diventando sempre più persuasive. Non si tratta solo della riduzione dell'inquinamento, ma della promozione di uno sviluppo urbano sostenibile.

Un tema ricorrente che spesso non emerge in modo netto, ma sta sullo sfondo è quello della deregolamentazione e semplificazione dei processi decisionali e degli apparati burocratici: in taluni casi si trovano abbozzati nuovi modelli istituzionali nel rapporto tra enti e livelli di governo e di possibile decentramento amministrativo; la pianificazione strategica può essere trasversale rispetto alla tradizionale organizzazione amministrativa delle città, può introdurre o facilitare la diffusione di elementi di innovazione e può essere condotta insieme a soggetti esterni alla pubblica amministrazione.

In altri casi si ipotizza la riorganizzazione dell'ente pubblico attraverso una diversa articolazione delle ripartizioni e delle competenze in funzione di una concreta attuazione dei macro-obiettivi individuati. In molte realtà italiane ci si è resi conto della necessità sempre più pressante di costruire un progetto di

sviluppo della città secondo un approccio multidimensionale e integrato che superi quello settoriale ancora presente. Tuttavia, gli apparati amministrativi appaiono ancora deboli e disuniti di fronte all'aumento della complessità degli scenari, talvolta poco dotati di competenze adeguate per favorire un lavoro propositivo e di co-progettazione con gli attori sociali ed economici di una città.

Poco ricorrenti purtroppo appaiono altri temi "più scomodi", su cui è più difficile ottenere scelte condivise da un pubblico vasto ed eterogeneo di attori che spesso si accumulano, insoluti, nell'agenda politica delle città; e proprio i temi legati alla sostenibilità ambientale ne sono l'esempio più emblematico: localizzazione di impianti di depurazione delle acque, impianti di raccolta e smaltimento dei rifiuti.

9.3 Valutazione della compatibilità ambientale del progetto

La realizzazione della procedura di valutazione degli interventi è basata su alcuni riferimenti concettuali che caratterizzano il *progetto ambientale*, a partire da norme legislative, metodi e strumenti di valutazione di progetti/piani/programmi già in atto nei contesti istituzionali.

9.4 Prospettiva sostenibile di rigenerazione del progetto di città e del territorio

La costruzione di una procedura di valutazione *ex-ante* delle trasformazioni urbane e territoriali pone alcuni quesiti rilevanti dai risvolti problematici.

Da un lato emerge l'esigenza di rigenerare teorie e metodi della valutazione urbana e territoriale sulla base delle prospettive aperte da una concezione del progetto che deriva da alcuni elementi di riflessione sull'irrompere della crisi ambientale. Dall'altra l'orientamento progettuale ricerca elementi di "coerenza ambientale" tra interventi e trasformazioni all'interno di forme di piano/progetto/programma non risolutive.

Il requisito di non risolutività delle trasformazioni territoriali consente di superare una visione orientata all'analisi di un mondo ontologicamente dato, per

indirizzarsi sull'esplorazione delle possibilità evolutive della realtà a partire da campi problematici – che nella prospettiva del “**progetto ambientale**” assumono un significato complessivo – cui far corrispondere figure socio-territoriali in cui i differenti soggetti si incontrano e si organizzano per gestire processi comuni di evoluzione del territorio.

Il problema da affrontare è l'equilibrio tra la capacità di innovare, di costruire nuovi significati, staccando elementi portatori di questi ultimi dai referenti cui sono solitamente legati e reinserendoli in un tessuto di combinazioni, governato da un insieme di regole convenzionali, e la capacità di subordinare questi cambiamenti alla conservazione di una specifica identità, fatta di continuità dell'evoluzione e di armonia tra l'ordine del racconto storico dell'esistenza e l'ordine dell'esperienza.

Questo equilibrio deve essere il frutto di un processo dinamico che segnali un'effettiva e costante disponibilità alla sperimentazione, all'esplorazione delle svariate trame di relazioni compatibili con quello che può essere chiamato “il margine di trasformazione possibile” cioè la capacità di variare e la disponibilità a cambiare senza per questo compromettere la continuità di cui non può non nutrirsi qualsiasi nozione di identità.

In questo senso i metodi della valutazione sembrano subire un mutamento non tanto a livello formale quanto ontologico: cambiano filosofie, contenuti e obiettivi; è un mutamento che induce ad orientare l'attività progettuale proponendosi come un momento costitutivo della stessa, progetta processi, non forme finite.

Accantonando una concezione risolutiva del progetto per spingersi verso una più complessa che racchiude funzioni interpretative e conoscitive proprie di un ambiente specifico, basate su forme argomentative legate alla sua costituzione e al contesto ambientale, l'azione progettuale “contestualizzata”, viene legittimata in quanto parte integrante della vita di una comunità insediata. Qualunque progetto, alle diverse scale, parte da un'analisi del contesto ambientale: i processi e le forme che lo interessano costituiscono una matrice territoriale sulla quale devono essere calibrati gli interventi.

Si rende in questo modo possibile uno sviluppo sostenibile e durevole capace di attivare processi di crescita tra le comunità e i luoghi.

La contestualizzazione implica un approccio in cui l'ambiente assume una dimensione *locale* che svela i luoghi, e quindi il contesto, attraverso l'individuazione dei luoghi significativi che si riflettono su altri luoghi del territorio dotati di senso, referenti di flussi di cose e di persone, sedi di valori condivisi, spesso non negoziabili, sia stratificatisi nel tempo, sia discendenti da nuove centralità locali e sovralocali. Un senso dei luoghi che non è caratterizzato ontologicamente ma che si esprime nel rapporto con la collettività che lo coglie. La dimensione locale consente di cogliere gli spazi quotidiani, la "mente locale", i luoghi simbolici, poiché si ritiene che la dimensione locale e del vissuto non sia solo una chiave interpretativa degli spazi urbani e territoriali ma sia anche uno strumento per costruire territorio e città, per riconnettere la sfera fisica e immaginaria dell'abitare umano sulla terra che realizza la spazialità di una comunità insediata in un territorio,

"La mente locale è l'espressione della facoltà di abitare. Consiste nella percezione e nell'uso di uno spazio che solo chi vi appartiene come abitante può possedere fino in fondo".(F. La Cecla)

E' attraverso il progetto stesso che si cerca di esplorare e riconoscere il sistema di relazioni tra i luoghi significativi degli spazi vissuti, le reali vocazioni delle società locali, spesso soffocate da modelli di sviluppo esogeni ad esse indifferenti.

Ogni territorio è tale perché vi è una comunità che ne ha cura e, viceversa, ogni comunità, per alimentare la propria identità, deve avere uno spazio vissuto di riferimento; l'assenza o il venir meno del rapporto inscindibile uomo-ambiente si traduce in fenomeni di:

- *Delocalizzazione e deterritorializzazione*, che esprimono un senso di disagio da parte delle comunità d'ambito nei confronti dei proprio territori, legato ad una perdita del rapporto con il luogo, generata da alcuni fattori che i termini ambientali ne determinano trasformazioni sia fisiche, sia legate alle dimensioni fruibili e percettive del quadro delle risorse proprie di un determinato contesto;

- *Decontestualizzazione*, che descrive invece l'instaurarsi di modelli di crescita e sviluppo (endogeni ed esogeni) che non tengono conto delle vocazioni reali dei territori, generando negli stessi segnali di disagio incipiente o maturato;
- *Desocializzazione* del territorio, altrimenti espresso come crisi della socialità del territorio, che si ricollega ad una situazione di disagio derivante da una perdita o da un progressivo allontanamento di figure istituzionali consolidate nel modello dello stato sociale e cardini di fragili sistemi territoriali particolarmente subordinati all'esistenza di tali figure (scuole, uffici postali...)

Si tratta di una concezione costruttiva del progetto che spinge all'esplorazione di "mondi possibili" come espressione delle aspirazioni, speranze, desideri di modificazione della realtà; si propone una differente cultura della progettualità che tiene conto delle alterità e delle differenze, dei processi piuttosto che delle forme, della soggettività piuttosto che dell'omologazione, dell'apertura di possibilità.

9.5 I requisiti progettuali come criteri per la valutazione

La procedura di valutazione si fonda su alcuni requisiti progettuali, desumibili dalle precedenti riflessioni e dai contenuti del progetto ambientale, considerati come criteri di valutazione della *coerenza ambientale* degli interventi nelle aree urbane:

- Contestualizzazione perché enfatizza la dimensione locale e utilizza il sapere informale della comunità, tiene conto delle reali vocazioni del contesto;
- Non risolutività, nel senso che non definisce una forma, uno stato finale, ma lascia aperte più possibilità e più opportunità;
- Processualità-reversibilità, nel senso che non si progettano le forme, ma le forme-processo;
- Capacità di promuovere processi di costruzione di figure socio-territoriali, in quanto tenta di contrastare i fenomeni di desocializzazione.

La coerenza verificata rispetto a tali requisiti, da porre alla base della metodologia di valutazione, non può essere intesa solo come coerenza ambientale in senso stretto – come nella VIA: il ragionamento si allarga ai temi della *coerenza territoriale* e comprende gli aspetti di complessità che questa accezione porta con sé.

La definizione di *coerenza territoriale* richiama il concetto di contestualizzazione: esso conduce verso l'allestimento di una conoscenza di sfondo di un ambito territoriale che può essere rappresentato attraverso un "quadro di coerenze" tra risorse e usi del territorio, connesse dalle relazioni dettate da comportamenti spaziali, da criteri e modalità attraverso cui si esplicano i processi ambientali e le dinamiche dell'organizzazione dello spazio insediativi e dei processi urbani (possibili sinergie e interconnessioni, le economie di zona e di scala, gli effetti moltiplicatori che alcune situazioni locali possono innescare).

9.6 La "contestualizzazione" attraverso la costruzione orientata della geografia ambientale

La costruzione della *geografia ambientale* delle aree urbane risponde all'esigenza di realizzare un processo di tipo conoscitivo, relativo alle aree di interesse, di supporto e sostegno alla fase di progettazione/autovalutazione e di valutazione.

A tal fine per ciascuna area urbana è necessario acquisire e analizzare le informazioni derivanti da documentazioni, indagini e analisi riferibili alle fonti più diverse al fine di orientare il processo conoscitivo-valutativo attraverso una lettura pluridimensionale del tessuto urbano.

Uno dei concetti intorno ai quali ruota la costruzione delle geografie ambientali, è quello di risorsa.

Essa deve essere intesa come un elemento capace di rappresentare opportunità, alternative, speranze per il futuro, abbandonando per tale contesto, l'accezione strettamente economica e arricchendola invece di tutti gli elementi

interpretativi ed esplorativi riscontrabili e riferibili al filone di ricerca del "Progetto ambientale".

In tal modo si intende per risorsa, oltre l'acqua, l'aria, il suolo inteso anche come spazio, ecc...la qualità dello stesso, qualunque elemento riconosciuto storicamente significativo per le comunità, le storie salienti, se unità strutturanti, oltre che costitutive di un luogo.

Per tale motivo la risorsa non va intesa in senso puntuale e assume rilevanza indagare l'ambito di riferimento della stessa anche in relazione alle altre risorse.

Il concetto di prossimità e la sua interpretazione, in relazione alla condivisione di risorse o a campi problematici o ancora ad iniziative ad esse annesse, hanno in tal senso consentito di considerare una risorsa in funzione delle relazioni di dipendenza, di complementarità, di rarità tra situazioni territoriali riconoscentesi in essa.

Il lavoro d'analisi che ha interessato le risorse, non si deve fermare ad una semplice elencazione delle stesse, ma deve esplorare i processi associati e le figure socio-territoriali coinvolte.

I processi possono avere una connotazione problematica oppure possono essere considerati come forme positive di utilizzo delle risorse.

Le prospettive aperte da ciascuna risorsa in termini di campi problematici o indizi positivi, gli uni riferiti ad un utilizzo errato, ad esempio, gli altri riferibili invece ad interpretazioni innovative, consentono di orientare e arricchire un processo di valutazione.

9.7 Una nuova pianificazione del territorio

L'enorme posta in gioco costituita dalla sopravvivenza del territorio e dalla necessità di elevare i livelli della qualità della vita di chi ci abita richiede principi di pianificazione e di gestione ben definiti.

Questi possono essere ricondotti sostanzialmente ad alcuni scopi principali:

- Ordinare il territorio per razionalizzarne l'uso, per proteggere le sue risorse naturali, estetico-culturali e produttive;

- Elevare la qualità della vita degli abitanti garantendo ovunque sul territorio opportunità di promozione sociale, economica e culturale;
- Creare le premesse territoriali per conciliare le attività economiche e produttive della popolazione con la salvaguardia dell'ambiente;
- Difendere i caratteri tradizionali del territorio nel rispetto delle generazioni passate e per trasmetterlo integro a quelle future.

Va sottolineata la necessità che alla stesura e al controllo di un progetto urbano partecipi la popolazione residente. Perché ciò avvenga con la massima ampiezza possibile (naturalmente entro i limiti fisiologici della coinvolgibilità sociale) e perché il processo pianificatorio si possa definire compiutamente democratico, occorre che esso sia semplice, chiaro, trasparente, partecipato oggettivo e pienamente leggibile. Per essere chiaro e trasparente deve essere organizzato e gestito alla luce del sole. Deve essere partecipato perché ad ogni cittadino residente dev'essere data l'opportunità di occuparsi in prima persona del proprio insediamento urbano. Bisogna che sia oggettivo perché tutte le scelte devono essere giustificate da precise esigenze e condizioni risolte sulla base di criteri scientificamente oggettivi e quindi condivisi e controllabili.

L'intero progetto deve svolgersi, secondo una espressione un po' abusata ma significativa, all'interno di una casa di vetro dove ognuno possa vedere e capire cosa succede e sia in condizione di far ragionevolmente valere le proprie esigenze e opinioni.

9.8 Problematiche e punti di studio

La parte del sistema con cui gli utenti entrano in contatto (colonna di conferimento e stazione di raccolta) assume un ruolo fondamentale nell'inserimento nel contesto del sistema stesso e nell'accettazione di una tecnologia che rivoluziona le abitudini consolidate dei cittadini. Come spesso accade, ciò che non è noto genera diffidenza, la diffidenza associata all'ignoranza (nel suo senso stretto di non conoscenza) impedisce lo sviluppo. ***In questo senso si ritiene sbagliata ogni scelta urbanistica che prediliga***

interventi atti a mascherare o ancora peggio a nascondere la trasformazione piuttosto che a valorizzarla rendendola visibile.

Si tratta di forme architettoniche che devono integrarsi nella struttura urbana, non essere allontanate, e che devono diventare il segno tangibile di una città in sviluppo.

Il linguaggio dell'architettura espresso nelle forme, nei materiali e nelle tecnologie adottate può essere di grande aiuto allo sviluppo di una nuova tipologia edilizia: quella dell'Architettura per la tutela dell'ambiente, che però non viene più collocata lontana dagli insediamenti urbani, al contrario ne diventa una parte integrante.

Ad esempio, la stazione di raccolta in un sistema pneumatico è un elemento forte con cui l'utente entra in contatto, un elemento nuovo, che può quindi generare diffidenza. Ma è anche il cuore ed il cervello di una tecnologia che se inserita nell'ambito urbano migliora la qualità della vita di una comunità insediata. Di conseguenza rappresenta una trasformazione che dà un valore aggiunto alla struttura urbana ed un elemento di alto valore scientifico. Sensibilizzare dei cittadini con i più appropriati mezzi della divulgazione scientifica, nei confronti di tematiche così importanti per le generazioni attuali così come per quelle future fa parte di uno dei pre-requisiti della corretta pianificazione e gestione del territorio. L'acquisizione di una corretta coscienza ambientale è un passo indispensabile verso la sostenibilità dello spazio urbano. L'integrazione di un sistema alternativo per la raccolta dei rifiuti nella stessa struttura urbana così come nella società permette di creare un plus valore.

Il problema da affrontare è l'equilibrio tra la capacità di innovare, di costruire nuovi significati, staccando elementi portatori di questi ultimi dai referenti cui sono solitamente legati e reinserendoli in un tessuto di combinazioni, governato da un insieme di regole convenzionali, e la capacità di subordinare questi cambiamenti alla conservazione di una specifica identità, fatta di continuità dell'evoluzione e di armonia tra l'ordine del racconto storico dell'esistenza e l'ordine dell'esperienza.

Questo equilibrio deve essere il frutto di un processo dinamico che segnali un'effettiva e costante disponibilità alla sperimentazione, all'esplorazione delle

svariate trame di relazioni compatibili con quello che può essere chiamato “il margine di trasformazione possibile” cioè la capacità di variare e la disponibilità a cambiare senza per questo compromettere la continuità di cui non può non nutrirsi qualsiasi nozione di identità.

E' un mutamento che induce ad orientare l'attività progettuale proponendosi come un momento costitutivo della stessa, progetta processi, non solo forme finite.

Progetto ambientale: in tale espressione il termine progetto indica una forma di indagine volta a cogliere gli aspetti relazionali tra ambiente complessivo (il sistema ambientale), azione urbanistica e progettuale, finalizzata all'individuazione di elementi di lunga durata, ai valori non negoziabili, considerati come risultato di processi di costruzione dell'identità attraverso cui la comunità organizza il proprio spazio vitale. L'aggettivo ambientale definisce una sfera di senso in cui i processi e gli esiti nel territorio non hanno come unico riferimento l'ambiente fisico, ma anche le “storie salienti”, il “racconto dei luoghi” secondo i tre titoli fondamentali dell'indagine popolazione, attività, luoghi. In tal senso l'approccio interdisciplinare del “progetto ambientale” consente di abbandonare visioni deterministiche e settoriali per favorire una conciliazione tra sapere tecnico e sapere comune.

9.9 Paesaggio e territorio

Il paesaggio, come il territorio, è lo spazio in cui natura e cultura interagiscono (Sereni, 1981). Il paesaggio è uno spazio prodotto, oggetto di studi e di contemplazione; il territorio è uno spazio da produrre, generalmente oggetto di scelte politiche. Gli elementi che costituiscono il paesaggio sono i medesimi che appartengono al territorio, solo che nel primo caso vengono letti in chiave estetica, nel secondo in relazione al loro ruolo in un determinato sistema socio-economico.

L'architettura del paesaggio, come disciplina progettuale, ha il compito di progettare sia la trasformazione morfologica del territorio in paesaggio, sia, in altri casi, di modificare il paesaggio conferendovi un nuovo valore.

Per questo scopo, prima di tutto è necessaria un'approfondita conoscenza dell'esistente sia che esso abbia caratteristiche tali da essere letto come paesaggio, sia che i medesimi elementi definiscano invece il territorio.

Lo studio del paesaggio comprende anche l'analisi storica, attuabile mediante lo studio dei segni impressi nel paesaggio dall'uomo. Attraverso l'analisi di questi segni è possibile comprendere come sia cambiata la morfologia del paesaggio in rapporto agli eventi sociali ed economici.

Ogni azione culturale sul paesaggio, sia che definisca una variazione morfologica sia che attribuisca significato a qualcosa di preesistente, determina un conferimento di valore estetico: per questo motivo sono necessarie un'attenta lettura e un'approfondita analisi dell'esistente, affinché sia possibile conferire un nuovo senso estetico al progetto.

La trasformazione del territorio è determinata da molte componenti studiate da discipline che si occupano dei differenti aspetti che concorrono alla formazione di una nuova realtà. L'architettura del paesaggio è una scienza che si occupa dell'aspetto morfologico del paesaggio; essa deve essere coordinata, in fase di pianificazione, alle altre discipline che operano delle trasformazioni nel territorio.

9.10 L'uso del territorio

Il territorio è sempre stato soggetto a trasformazioni, la maggior parte delle quali determinate dall'uomo che ha sempre operato cercando di assoggettare e sfruttare la natura secondo logiche economiche e politiche.

Secondo il Turri "il paesaggio modificato dall'uomo è un insieme organico di forme e immagini interpretabili: già quando, guardando un paesaggio, vi scorgiamo una casa e un campo arato e diciamo che sono rispettivamente una casa e un campo arato attribuiamo a quel paesaggio un contenuto *segnico*, cioè lo definiamo come un insieme di segni. Sono segni che richiamano a funzioni, funzioni che definiamo in rapporto alla nostra esperienza naturale e culturale del mondo." (Turri, 1974).

Nel paesaggio italiano si ritrovano i segni di queste trasformazioni culturali per lo sfruttamento del territorio. Nell'ultimo secolo si è attuato uno sviluppo sia quantitativo sia qualitativo delle aree soggette a trasformazione, generalmente ubicate in prossimità dei grandi poli industriali. La logica che determina queste trasformazioni è spesso quella delle necessità produttive e gli interventi vengono attuati secondo il binomio massimo guadagno-minima spesa. Spesso si progetta quindi la trasformazione del territorio in funzione di interessi economici, politici, tecnici, lasciando l'aspetto paesaggistico in secondo piano e relegando il ruolo dell'architetto e del pianificatore a quello di "decoratori" di un intervento già determinato.

Questo tipo di sfruttamento ha introdotto una suddivisione del territorio in base ad una classificazione del valore dello stesso che Gregotti ha definito "natura distinta" (Gregotti., 1991).

Infatti "ogni territorio è diviso in zone privilegiate, in quanto ad esse viene riconosciuto un particolare valore storico-naturalistico e tale valore viene semplicemente difeso contro le forze che comunque sono ritenute sgretolanti, ed altre zone di <non paesaggio >. Come se queste ultime non possedendo caratteri rilevabili, catalogabili di valore storico o naturalistico, dovessero essere abbandonate alla disgregazione anziché strutturate secondo obiettivi figurali, proprio quando esse sono quelle posseggono la massima dinamica <morfológica> " (Gregotti, 1991).

9.11 L'analisi del territorio

Le trasformazioni prodotte dall'uomo possono essere lette da differenti punti di vista, molte infatti sono le discipline che si occupano dello studio dell'azione umana in relazione alle modificazioni sia ambientali che paesaggistiche e territoriali.

Per ottenere una corretta ed approfondita conoscenza della forma del territorio esistente, è assolutamente necessario che l'architettura si ponga in relazione con altre discipline in grado di fornire informazioni specifiche. Infatti per poter operare la progettazione del paesaggio deve conoscere le caratteristiche e le possibilità offerte dal territorio su cui agisce.

Si potrebbe fare una distinzione tra tre categorie di analisi: quella scientifica, quella umanistica e quella estetica. Tra i differenti campi di analisi Gregotti definisce di particolare importanza per la descrizione dell'ambiente fisico la geografia come "disciplina scientifica che si occupa del compito della descrizione globale di tutti gli strati e le relazioni che definiscono un ambiente fisico nell'articolazione operativa delle sue regioni geografiche descritte anche per i suoi elementi potenziali" (Gregotti., 1990).

Secondo Fabbri invece " l'analisi fisica del territorio, cioè il paesaggio, si estrinseca attraverso due componenti principali". (Fabbri P.,1984). Queste due componenti sono identificate nella "morfologia", intesa come "forma plastica" del territorio, e dalla "copertura del suolo" definita negli elementi che ricoprono tale forma plastica, cioè l'insieme dei segni antropici.

Quest'ultimo tipo di analisi disgrega la realtà paesaggistica per raggruppare le sue componenti nei precedenti due insiemi, ognuno dei quali può, a sua volta, essere scomposto in tematiche differenti.

L'analisi di Gregotti considera la geografia come una disciplina descrittiva il cui compito consiste nell'indagine di tutte le cause che hanno determinato una variazione morfologica del territorio, senza però suddividersi in discipline specifiche.

L'analisi di Fabbri scompone il territorio in elementi che vengono isolati e analizzati singolarmente al fine di poter catalogare il paesaggio per tipologie per

poter ottenere uno strumento progettuale che permetta di controllare l'uso del territorio.

Secondo Cosgrove “ la morfologia frantuma l'unità osservata nelle sue parti costitutive e sottopone ognuna ad un esame dettagliato, per meglio comprendere i contributi individuali e collettivi all'interno del ricostruito.” (Cosgrove, 1990)

Il difetto di questo tipo di analisi consiste nell'impossibilità di cogliere tutte le relazioni che s'instaurano sul territorio : nel metodo morfologico il paesaggio diviene un oggetto statico, determinato dall'indagine scientifica.” (Cosgrove, 1990).

L'analisi storica permette di evidenziare i mutamenti della morfologia del territorio in relazione agli eventi politici, economici, sociali. Con questo tipo di analisi è possibile evidenziare i segni umani impressi nel paesaggio e di attribuirvi un determinato valore (Sereni (1991).

Per il Fabbri questo tipo di studio rientra nella categoria “ copertura del suolo”, nella classificazione che egli produce si perde completamente il valore delle trasformazioni che vengono analizzate solo in relazioni di causa-effetto.

Un altro campo d'indagine che Gregotti definisce di notevole interesse per l'architettura è costituito dall'estetica del paesaggio: “Vi sono infine elementi del paesaggio che, per il loro carattere di preminenza o di localizzazione rispetto all'intorno o per la loro eccezionalità accolgono una particolare densità di significato” (Gregotti, 1991).

Per il Fabbri l'analisi estetica del paesaggio consiste in un'operazione puramente visiva che si definisce attraverso “regole di visione”: queste ultime si fondano sulla determinazione della posizione dell'osservatore, sulla distanza da ciò che si osserva, sulla quantità e qualità della luce; al contrario per Gregotti il nucleo dell'analisi estetica consiste nell'indagine sul valore attribuito dalla collettività ai segni presenti nel paesaggio. La posizione di Cosgrove invece analizza il valore attribuito al paesaggio in relazione al tipo di percezione che un individuo può avere osservandolo. Infatti, secondo Cosgrove, vi è una differenza di interpretazione a seconda che l'osservatore sia un *insider*, cioè una persona che vive all'interno di quel paesaggio e che lo percepisce come il suo spazio vitale; o

un *outsider*, cioè una persona che lo osserva dall'esterno coè in grado di analizzarne il valore estetico: "Per l'*insider* non vi è separazione definita del sé dalla scena, del soggetto dall'oggetto. Vi è piuttosto, un significato fuso, genuino, sociale incorporato nell'ambiente. L'*insider* non gode del privilegio di poter andarsene dalla scena. Egli è, con le parole di Relph, un < appartenente esistenziale > per il quale ciò che noi possiamo chiamare paesaggio è una dimensione dell'esistenza, prodotta, vissuta e conservata collettivamente...Per l'*insider* il mondo esterno non è mediato da convenzioni estetiche e il collettivo coesiste con l'individuale." (Cosgrove 1990).

Da questo tipo di definizione si deduce un'interpretazione della rappresentazione visiva del paesaggio che si differenzia a seconda del tipo di osservatore; secondo Gregotti invece, l'attribuzione di valore passa attraverso l'utilizzo di stereotipi che diventano universalmente riconoscibili che vengono diffusi tramite la rappresentazione visiva del paesaggio.

9.12 La progettazione della trasformazione del territorio

Come già detto ogni trasformazione imprime nel territorio caratteristiche differenti. Molte sono le cause che concorrono alla definizione di una trasformazione: "La realtà territoriale è costituita secondo una serie di strati assai complessi ed interagenti che costituiscono modelli spaziali differenziati (geografici, amministrativi, demografici, economici ecc.) come realtà fisiche che devono essere tra loro organizzate ad un obiettivo comune e che tale obiettivo comune si concreterà in una nuova forma del territorio." (Gregotti, 1997).

Infatti la separazione dei campi di intervento determinerebbe risultati parziali che otterrebbero trasformazioni in grado di soddisfare solo determinati settori, senza considerare l'insieme delle discipline che sono interessate da una modificazione territoriale. Ad ognuna di esse compete l'analisi della trasformazione in relazione alla propria materia e la creazione di modelli della figura significativa della città e del territorio" (Gregotti, 1997).

L'architettura deve poter proporre i propri modelli spaziali e confrontarli con i contributi delle altre discipline. Ciò significa che l'architettura del paesaggio deve

intervenire nella fase di pianificazione del progetto di trasformazione, coordinandosi alle altre discipline. Infatti, solo se si considera l'ambiente come un sistema fortemente concatenato, senza soluzione di continuità è possibile comprendere la necessità di progettare ogni trasformazione in modo organico, considerando tutti gli organi competenti. In quest'ottica si possono definire per l'architetto due possibili ruoli in fase di pianificazione territoriale una volta determinati gli obiettivi: " Il *planner* come colui che assume le decisioni delle varie discipline che intervengono nella pianificazione e trasforma questi risultati in un piano di localizzazioni fisiche; un secondo modello comporta la collocazione del *planner-designer* sullo stesso piano degli altri contributi specialistici attribuendogli proprie conclusioni da offrire alla strutturazione interdisciplinare che avviene così per successive approssimazioni e verifiche di ciascuno specialista di tutto l'insieme del materiale." (Gregotti, 1997).

9.13 Descrizione dell'ambiente locale

Un'analisi di questo tipo richiede l'individuazione delle componenti ambientali che saranno coinvolte nel progetto. Il sistema ambientale viene così disaggregato in componenti elementari, e per ciascuna di esse dovranno essere individuate le condizioni di soddisfacimento della domanda proveniente dai diversi interessati insediati.

La valutazione di tali condizioni non può essere disgiunta da precisi riferimenti spaziali; è per questa ragione che la valutazione avrà senso se fatta su scala locale.

Al fine di poter disporre di un quadro sufficientemente completo delle condizioni ambientali locali, devono essere prese in considerazione tutte le diverse componenti, secondo le quali può essere, convenzionalmente, scomposto il sistema ambientale. Dette condizioni devono essere descritte e quantificate in relazione ai principali interessi locali.

E' opportuno mettere in evidenza l'esistenza e l'articolazione delle risorse (dalle quali si rilevano poi i caratteri specifici locali): l'accertamento della loro esistenza permette di individuare la dimensione dei valori ambientali e le aree che, più di altre, mostrano segni di incompatibilità con eventuali interventi di

trasformazione; si passa quindi all'analisi dei vincoli, delle gestioni speciali e delle componenti a prevalente titolo di trasformazione.

L'attività è quindi indirizzata all'elaborazione di una geografia di valori ambientali, ai quali corrisponde una geografia di compatibilità d'uso del territorio.

Il concetto di sistema ambientale che sintetizza questi aspetti viene analizzato secondo la scomposizione nei tre titoli della pianificazione – popolazione, attività, luoghi – i quali, interessando lo spazio, la società, l'economia e le rispettive relazioni che si intrattengono nella storia, danno un quadro completo del sistema preso in esame.

Per evitare che la condizione di una risorsa ambientale resti una nozione astratta e disgiunta dalla funzione cui è destinata, si rende necessario correlare ciascuna condizione agli interessi che gravitano su di essa.

Va rilevato infatti che l'attitudine di una data risorsa a soddisfare determinate richieste può andare bene per alcuni ed essere insufficiente per altri, dal momento che le esigenze quali-quantitative delle domande non sono, necessariamente, coincidenti. Per esempio, la condizione di accettabilità di una discarica assume significati diversi – e sarà quindi diverso anche l'impatto delle attività che gravitano intorno a quest'ultima – a seconda dell'uso che si intende fare: recupero di una vasta area da destinare in base a funzioni condivise e concordate, nate sulla base di effettive esigenze dei futuri fruitori.

In questi termini, la nozione di impatto, dovuta ad un certo intervento sul territorio appare, chiaramente, correlata a fatti locali, cioè a fenomeni di interferenza e concorrenza tra interessi diversi e può pertanto essere assunto che non esistono impatti negativi quando le modificazioni delle componenti dell'ambiente, dovute alle attività o agli interessi legati ad una determinata risorsa, non pregiudicano altri interessi.

Tale tipo di approccio alla valutazione delle risorse e degli impatti sulle stesse supera ed integra il principio della naturalità come vincolo assoluto, anche se quest'ultima rientra, nel modello culturale attuale, tra gli interessi collettivi.

Questo modo di operare può essere libero da equivoci e critiche solo se l'analisi interessa tutte le componenti ambientali caratterizzanti il territorio e le loro interrelazioni attraverso l'approccio interdisciplinare; quest'ultimo è in grado

di mettere in evidenza i conflitti d'interesse che possono crearsi in seguito a determinati interventi.

Appare evidente che la presenza di interessi contrastanti, in relazione ad una stessa risorsa, determina conflitti che possono sfociare in condizioni di concorrenza e di reciproca limitazione.

Tra le diverse tipologie di interessi potrebbero essere considerati come prioritari quelli autoctoni, cioè quelli più strettamente connessi – come spazio di identificazione e quantità dei soggetti interessati- alla realtà locale. Verrebbero privilegiati in questo modo, quei settori, quali turismo, agricoltura, commercio, che maggiormente scaturiscono dallo sfruttamento delle potenzialità locali.

Sono necessari, pertanto, degli strumenti attraverso i quali confrontare e valutare la complessa e diversificata domanda della popolazione in merito al sistema ambientale in cui essa stessa si colloca unitamente alle risorse che tale sistema è in grado di offrire.

In tal modo le diverse informazioni – spesso non quantificabili – potranno essere utilizzate in maniera tale da evidenziare i conflitti d'interesse e rivelare i diversi scenari alternativi e le possibili soluzioni, in un dominio spesso caratterizzato dall'incertezza e, di conseguenza, esposto a decisioni di tipo soggettivo.

9.14 L'importanza del progetto ambientale

“Qualsiasi intervento sul territorio non può avere luogo se non all'interno di un progetto ambientale di riferimento, nel quale la compatibilità delle differenti destinazioni d'uso siano unitariamente determinate; in cui risultino indicati i vincoli costituiti dall'ambiente ai processi di trasformazione e, reciprocamente, i criteri e i

modi con i quali questi ultimi si integrano nella struttura ambientale”¹ (Maciocco, 1991).

Nel concetto di *progetto ambientale*, ripreso dallo stesso Maciocco, “il termine “ambientale” assume un significato complessivo nel senso che i processi e gli esiti vengono interpretati assumendo come riferimento non il solo ambiente fisico ma le storie salienti in cui si riconoscono popolazioni, attività e luoghi di un territorio nella costituzione di un territorio propizio alla vita della comunità. A sua volta il termine “progetto” contempla una visione non formalistica che si costituisce attraverso requisiti non più settoriali, ma che investono l’ambiente complessivo e richiedono per l’organizzazione dello spazio una densa articolazione di relazioni tra sistema ambientale, elaborazione progettuale e azione urbanistica. L’orientamento progettuale è caratterizzato dalla ricerca della coerenza degli interventi all’interno di forme di piano non risolutive, ma comprendenti il “tempo lungo” dei valori di un ambiente dotato di propria identità che è possibile portare alla luce come esiti condivisi di processi comunitari” (Maciocco, 1993).

Quanto più vaste sono le aree soggette alla pianificazione ambientale, tanto più esse coinvolgono luoghi, popolazioni e attività che difficilmente sono riducibili alla logica del coordinamento; infatti la molteplicità degli aspetti specifici –relativi ai tre titoli della pianificazione – crea tensioni tali da deformare, di fatto se non di diritto, gli obiettivi del piano e quindi avviarlo ad un imprevedibile insuccesso.

Un progetto ambientale di pianificazione deve dunque interessare, almeno nella sua fase iniziale, la scala locale, ossia la scala dove “concretamente vive la gente” (Di Fidio, 1988), cioè i futuri protagonisti del piano.

Anche se i problemi ambientali interessano il mondo politico e, conseguentemente, i tecnici in modo sempre più rilevante, è altrettanto vero che prevale, tuttora, una visione tecnicistica ed emergenziale, così che lo stretto legame esistente tra degrado ambientale, trasformazioni territoriali e mutamenti sociali appare meno importante. In particolare, con tale visione i soggetti –intesi sia come individui che come gruppi – continuano ad avere un ruolo marginale, sia per quanto riguarda la partecipazione alle politiche ambientali e sia come risposta alle domande di qualità della vita quotidiana. In quest'ottica assume particolare importanza la partecipazione della comunità al progetto stesso. Il *planner* ha, allora, una funzione all'interno della comunità, nel senso che contribuisce, attraverso il dialogo (possibile solo se la comunità è piccola), "il suo sapere specifico e la sua intenzionalità etica a stimolare una presa di coscienza collettiva dei valori ambientali che presiedono la formazione dell'insediamento (...)" (Maciocco, 1993); infatti grazie alla sua capacità tecnico-scientifica, riesce a svelarne l'esistenza, o semplicemente a esplicitarli, e a mostrarli alla comunità che, avendoli già propri, non riesce a coglierli con quella rilevanza che è necessaria per poter poi organizzare una disciplina per quei luoghi.

Solo quando il progetto viene riconosciuto, identificato con il territorio che deve organizzare e disciplinare, solo allora può nascere tra i protagonisti dello stesso il senso di responsabilità, il *senso condiviso*, indispensabile per un'efficace attuazione. Nell'evoluzione del processo di coinvolgimento della popolazione al progetto di pianificazione ambientale, il pianificatore non propone più una soluzione, ma deve costruire e rappresentare i problemi dello spazio.

Tale rappresentazione fornirà le regole del piano. Ma affinché le regole siano valide e riconosciute è necessario che il sistema venga analizzato, per quanto riguarda tutte le sue componenti ambientali, nel senso che devono emergere la consistenza, la rarità e la specificità delle singole risorse del sistema e delle relazioni che queste hanno sia tra loro, all'interno dell'ambiente localizzato, sia con l'area vasta. Infatti ogni sistema ambientale possiede una specificità della quale ogni intervento deve tener conto. Tali specificità devono però essere estratte dalla complessità territoriale nella quale sono inserite.

E' necessario svolgere dunque un'attività complessiva, vale a dire costruire un quadro sinottico che tenga conto delle caratteristiche complessive di un sistema ambientale al fine di poterlo classificare.

9.15 Analisi di fattibilità

Prima di proporre un progetto definitivo per un'installazione si rende indispensabile portare a termine un'apposita analisi di fattibilità.

La suddetta analisi rappresenta un ottimo strumento per il processo decisionale e aiuta a definire:

- Le quantità di rifiuti previste, il tipo di rifiuti e i requisiti logistici necessari.
- Portata dell'investimento e i rapporti costi/benefici
- Studio delle possibili soluzioni
- Modelli di finanziamento e di determinazione dei costi
- Conseguenze ambientali
- Possibili infrazioni all'infrastruttura urbana
- Esigenze formative ed informative degli utenti e del personale di assistenza.

L'intero processo di pianificazione del progetto prevede la stima dei costi, la simulazione dei processi.

Proposta sperimentale:

- Localizzazione aree idonee
- Definizione dei campi di applicazione: centri storici, centri residenziali, nuova urbanizzazione;
- Studio di un criterio per stabilire il tracciato delle reti e per individuare le arterie principali
- Studio di un criterio per individuare la localizzazione delle colonnine di conferimento dei rifiuti solidi

- Dimensionamento dell'impianto in termini di metri di tubazioni, colonnine di conferimento e punti di raccolta dei rifiuti in relazione al relativo campo di applicazione;
- Criterio per la localizzazione della centrale di raccolta e suo inserimento nel contesto
- Studio delle colonnine come elemento di arredo urbano. Dimensionamento e disegno architettonico
- Architettura della centrale di raccolta. Tipologia idonea.
- Analisi costi-benefici
- Gestione e manutenzione
- Istruzione e educazione dell'utente

10 SOSTENIBILITÀ ECONOMICA

10.1 Premessa

Uno dei problemi intorno al quale la ricerca scientifica e l'azione politica si incontrano sul comune terreno della sostenibilità è costituito dagli "indicatori di sostenibilità". Gli indicatori sono necessari per saldare la conoscenza con la scelta politica, tramite quell'atto cruciale che è la valutazione delle prestazioni, in termini di sostenibilità dei sistemi che vanno governati e delle azioni di governo.

Senza questa valutazione, che deve avvenire sulla base dell'informazione proveniente dai monitoraggi tramite indicatori di sostenibilità l'azione politica procede alla cieca.

Per queste ragioni, la messa a punto di un insieme di indicatori di sostenibilità fondati su buone teorie, efficaci nell'orientare i processi decisionali, efficienti nei monitoraggi, è diventato uno dei compiti primari della ricerca in tema di sostenibilità. Dalla loro messa a punto dipende la definizione operativa del concetto stesso di sostenibilità.

10.2 Generalità

Senza l'aiuto di collaudati indicatori e di opportunamente cadenzati monitoraggi pianificatore e politico procederebbero alla cieca. Il problema si pone, negli stessi termini, per le politiche di sostenibilità le quali stanno compiendo i primi passi, spesso alla cieca perché sono ancora prive dei giusti indicatori e di affidabili sistemi di monitoraggio: il tema degli indicatori di sostenibilità è uno dei problemi cruciali e urgenti che sono sul tavolo della ricerca scientifica e dell'azione politica.

Vi sono diversi modi di definire gli indicatori in generale e quelli di sostenibilità in particolare. Una prima grande distinzione è tra indicatori relativi a fenomeni misurabili e indicatori relativi a fenomeni non misurabili. Ad esempio, le emissioni di CO² sono misurabili e sono considerate l'indicatore più significativo per valutare l'andamento delle pressioni antropiche che causano l'effetto serra. Invece, per quanto concerne il valore paesaggistico, non disponiamo di strumenti di misura.

Non per questo, tuttavia, non possiamo cercare di esprimere il valore paesaggistico tramite il linguaggio dei numeri.

In linea generale, possiamo dire che tutti i fenomeni che riguardano gli indicatori di sostenibilità sono quantificabili, cioè esprimibili nel linguaggio dei numeri, che è poi la forma di linguaggio più esatta che si possa mettere a punto. Alcuni sono fenomeni fisici misurabili, altri sono caratteri per determinare i quali non disponiamo di strumenti di misura, ma che possono essere espressi quantitativamente attraverso opportuni metodi di ponderazione.

D'altra parte, sia il fenomeno qualitativo sia il fenomeno soggettivo sono pur sempre esprimibili sulla base di una scala di intensità ed è con riferimento ai livelli riconoscibili di quella scala che si esegue il monitoraggio dell'andamento del fenomeno. Qualunque fenomeno qualitativo, che presenti un ventaglio di variabilità può appunto essere espresso con riferimento ad una appropriata scala, i cui livelli possono essere ponderati, normalizzati e tradotti in numeri.

Il monitoraggio di un fenomeno d'interesse pubblico, come la sostenibilità, richiede indicatori quantitativi, affinché al pubblico venga fornita un'informazione la più esatta possibile: in questo caso l'esattezza è anche una condizione per la verificabilità democratica.

In letteratura è invalsa la distinzione, peraltro di scarsa rilevanza pratica, tra *indicatore* e *indice*, dove:

- L'*indicatore* è un parametro, o un valore derivato da un parametro, che descrive lo stato di un fenomeno che può essere caricato

di un significato che va al di là di quello direttamente associato al valore del parametro stesso.

- L'*indice* è un insieme di parametri o di indicatori aggregati e pesati.

Nella pratica questa distinzione finisce per scomparire a favore della parola "indicatore", con la quale ormai, si designano indifferentemente indicatori ed indici.

Più interessante ai fini delle valutazioni di sostenibilità, è la distinzione tra:

- *Indicatori assoluti*, che esprimono i livelli assoluti delle variabili individuate come significative;
- *Indicatori relativi*, costituiti da rapporti tra indicatori assoluti dello stesso tipo o di tipi diversi.

Gli indicatori assoluti forniscono l'informazione di base sulle componenti del sistema, cioè sugli stock e sui flussi; quelli relativi consentono di trasformare l'informazione in conoscenza, poiché evidenziano i rapporti tra le componenti del sistema e, quindi, anche le correlazioni, le tendenze e gli andamenti nel tempo e la loro velocità rendono i valori assoluti comparabili attraverso la normalizzazione.

Per capire quali siano gli indicatori di sostenibilità che servono al decisore politico, dobbiamo aver chiaro il tipo di problema di fronte al quale egli si trova.

Il problema decisionale della sostenibilità è riconducibile, dal punto di vista logico formale, ad un problema multiobiettivi esprimibile tramite un sistema di funzioni obiettivo – da massimizzare o da minimizzare, a seconda che si tratti di benefici o danni – ciascuna delle quali è sottoposta a vincoli che delimitano il campo di validità delle soluzioni. Ad esempio, una delle funzioni obiettivo è quella di minimizzare gli impatti negativi sulla salute umana, nel vincolo che comunque, gli impatti residui non superino

le soglie di ammissibilità; sono appunto queste soglie che delimitano il campo di accettabilità delle soluzioni.

Un'altra funzione obiettivo può essere quella di minimizzare gli impatti negativi sugli ecosistemi, nel vincolo di non intaccare quelli rari e irriproducibili. In aggiunta alla condizione precedente, chi propendesse per una sostenibilità forte, potrebbe porre la funzione obiettivo di massimizzare le compensazioni agli ecosistemi, nel vincolo che gli impatti positivi delle compensazioni non siano inferiori a quelli negativi residui, in modo da mantenere costante lo stock del capitale naturale.

Tutti i valori delle funzioni obiettivo si esprimono generalmente tramite indicatori relativi: si tratta cioè di tassi o valori normalizzati. Tutti i valori, che fissano le soglie di accettabilità o di sufficienza, si esprimono generalmente tramite indicatori assoluti.

Si possono elencare diversi campi di applicazione degli indicatori di sostenibilità dalla valutazione ambientale strategica di piani e programmi, alla valutazione d'impatto ambientale di progetti, dalla contabilità ambientale, ai rapporti sullo stato dell'ambiente, dalla Agenda 21 Locale all'integrazione della componente ambientale nelle politiche di settore. Non va però mai dimenticato che, nell'ambito del discorso sulla sostenibilità gli indicatori servono per valutare le prestazioni in termini di sostenibilità allo scopo di assumere le giuste decisioni politiche.

10.3 La qualità dell'ambiente urbano. Approcci qualitativi

Il concetto di qualità ambientale, su cui molta letteratura è stata prodotta, è tra quelli maggiormente soggetti a revisione nell'ottica del perseguimento della sostenibilità dello sviluppo. La qualità degli ambienti urbani, in particolare, considerata in una visione statica è sicuramente poco efficace nel mettere in luce quali siano valori di lascito per le future generazioni, quale sia la curabilità delle componenti ambientali in funzione degli usi attuali, quale sia infine la differenza tra valori percepiti e valori oggettivi.

Se la letteratura scientifica proveniente da scuole di economia territoriale e di pianificazione ha posto spesso l'attenzione sui temi della valutazione della qualità della vita in ambiti metropolitani (Rosen, 1979), sviluppando metodologie finalizzate, poco si può dire su quale sia lo stato dell'arte per quanto riguarda il perseguimento degli stessi obiettivi per ambiti in cui si intrecciano realtà urbane di dimensione e carattere diversificati.

Queste realtà urbane, peraltro, sono da inquadrare in contesti extra urbani che conservano tratti peculiari e rapporti con ciò che si considera "città", la cui individuazione appare ineludibile, e il cui rapporto di integrazione con l'ambiente costruito appare difficilmente definibile.

Accade allo stesso tempo che emerga una visione consolidata per grandissime e grandi realtà urbane occidentali della qualità del vivere come condizione generata dal benessere socio-economico e da un certo grado di amenità dell'ambiente (più costruito che naturale), e per gli "inferni metropolitani" rappresentati da megalopoli delle *developing countries* come possibilità di sopravvivenza legata a disponibilità di cibo o condizioni minime di igiene. (PCC, 1990).

Questi grandi esempi rendono l'importanza del legame esistente tra contesto e *qualità percepita* e calata nel contesto stesso. Qualità della vita e *standards* di vita sono correlati. La valutazione può essere effettuata solo in termini di relazione e comparazione.

Le discipline economico estimative, hanno prodotto indicazioni metodologiche rilevanti per la valutazione della qualità della vita, considerandone le componenti alla stregua di "beni senza mercato".

I geografi, considerando la qualità come indicatore di sviluppo hanno prodotto analisi comparative e statistiche tra differenti realtà basate sul confronto di indicatori.

Le associazioni ambientaliste hanno indagato, anche con rigore sui contesti urbani associando alla qualità della vita, la qualità delle componenti ambientali presenti nelle aree metropolitane.

I sociologi indagano sul rapporto esistente tra ambiente costruito e comunità che lo possiede, tentando di individuare le valenze più individuali e meno decodificabili delle istanze di qualità ambientale. Si tenta di costruire un significato di qualità associato all'attribuzione di un'identità ai contesti.

L'equità sociale e la compatibilità ambientale, come obiettivi da conseguire per la sostenibilità dello sviluppo delle città, costituiscono altresì nuovi vincoli e punti di riferimento per la costruzione, nello spazio e nel tempo, di una maggiore qualità. La qualità delle città è sempre più da intendere come indissolubilmente legata alla maturità della comunità dei cittadini che in essa vive (Fusco Girard, 1996).

La qualità urbana è risultato quindi del concorso di più fattori e della costruzione proveniente da più azioni, determinabili e valutabili secondo modalità disomogenee e definibili a differenti livelli.

Secondo una caratterizzazione abbastanza generale potremmo riferire le componenti della qualità urbana alle seguenti grandi categorie:

- La qualità ambientale, cioè la qualità dipendente dalla presenza di determinate risorse ambientali (clima, paesaggio, caratteri strutturali degli ambiti insediativi e non) riferibili al sistema antropico;
- La qualità sociale, la qualità dipendente da fattori socio economici e culturali, spesso definiti di "qualità della vita", come il sistema sociale, le potenzialità culturali, le identità, le caratteristiche abitative;
- La qualità della vita, cioè la qualità delle condizioni di vita degli individui leggibile attraverso lo stato di salute delle comunità stesse.

Non è banale, a questo proposito discutere dell'oggettività della qualità urbana, migliorabile tramite l'incremento delle possibilità di fruizione di servizi di ambiente e la tutela del contesto da agenti di degrado.

E' comunque opportuno sottolineare che l'esistenza di più componenti di qualità in un contesto si traduce in una condizione che può rimanere allo stato potenziale per alcuni individui che non percepiscano la presenza di queste stesse componenti e che quindi non ne fruiscano. La letteratura fornisce set di indicatori tra i più svariati, al cambiare dei quali cambia la visione di qualità della vita che è alla base della scelta.

Seguendo quanto indicato di Myers (1988) è possibile individuare le seguenti categorie di approccio per le valutazioni sulla qualità della vita negli ambienti urbani:

- La valutazione del livello di soddisfazione degli individui proveniente dalla presenza di un contesto (Nasar, 1990; Lynch, Gimblett, 1992; Douglas Porteous, 1996);
- La comparazione del livello di vivibilità delle aree urbane nell'ambito del confronto di indicatori considerati indicativi del livello di qualità;
- La valutazione monetaria delle *amenities* o delle componenti di qualità urbana.

I differenti approcci tendono ad analizzare una delle grandi categorie della qualità urbana (precedentemente), la qualità sociale, la qualità ambientale, la qualità della vita.

Queste componenti possono essere analizzate secondo una scala di valori che va da un approccio maggiormente oggettivo e quantitativo, individuabile attraverso la definizione di standard di vita ad un approccio più sfumato e soggettivo, individuabile nella analisi del benessere individuale.

10.4 Valutare i sistemi e valutare le politiche

La valutazione delle prestazioni di sostenibilità può riguardare:

1) ***i sistemi ambientali***, quali le città, le regioni, gli stati; oppure le ***componenti ambientali***, quali l'atmosfera, l'acqua, il suolo, i settori economici, la popolazione;

2) le azioni relative alle ***politiche di sviluppo***, quali la politica dei trasporti, del turismo, delle aree urbane; oppure le azioni relative alle ***politiche di sostenibilità***, quali la tutela e la valorizzazione degli ecosistemi, dei beni culturali, o le azioni tese alla coesione e all'integrazione sociale, o all'equità.

Una valutazione tipica del primo caso è quella che si esprime tramite i periodici rapporti sullo stato dell'ambiente. Una valutazione tipica del secondo caso è quella che si esprime negli studi di valutazione ambientale delle politiche.

Nel primo caso, si è indotti a mettere a punto pochi indicatori sintetici, per valutare comparativamente i vari sistemi o le varie componenti ambientali, osservando, soprattutto, variazioni di *trend* a livello macro.

Nel secondo caso, non si può evitare di far riferimento alle sequenze DPSIR-PT (Determinanti-Pressioni-Stato-Impatto-Risposte-Prestazioni-Traguardi) per monitorare le quali, specie quando si scende a livello locale, si è portati all'analitico e alla ricerca della sensibilità alle microvariazioni di breve periodo.

Per definire operativamente una sequenza DPSIR-PT, occorre che ciascuno dei suoi segmenti venga tradotto in indicatori quantitativi, in modo anche da poter quantificare le relazioni di causa-effetto o di azione-reazione, che legano tra loro i vari segmenti della sequenza.

Possiamo anche dire che il complesso di questi indicatori traduce operativamente la definizione di azione di piano sostenibile.

La scelta degli indicatori di sostenibilità tende ad essere sempre meno lasciata all'iniziativa dei singoli e sempre più orientata verso l'adozione di indicatori appartenenti a nuclei essenziali (*core sets*) condivisi da tutti i soggetti istituzionali che aderiscono alla strategia dello sviluppo sostenibile, in modo da poter comparare le varie situazioni locali.

Attualmente questi nuclei essenziali si vanno progressivamente precisando, con un consistente impegno di ricerca, che testimonia il ruolo cruciale che la loro definizione ha assunto, proprio allo scopo di dare operatività e certezze alle politiche della sostenibilità. In proposito la bibliografia, ormai reperibile praticamente solo in rete, è amplissima.

In questo quadro concettuale, che si va progressivamente unificando, vi sono ancora margini di sperimentazione e di ricerca relativamente ampi. Questi margini si dilatano quanto più ci si riferisce a politiche o a strumenti di tipo particolare; per cui se si cercasse un *core sets* di indicatori specifico per la pianificazione territoriale provinciale o per quella urbanistica comunale, non lo si troverebbe e ci si trova costretti, come nel nostro caso, relativo alla sostenibilità dello spazio urbano in relazione al sistema della raccolta pneumatica dei rifiuti, ad un lavoro di ricerca sperimentale di non poco impegno.

10.5 I criteri per costruire buoni indicatori

In questo lavoro sperimentale ci si deve attenere ad alcuni criteri basilari.

Innanzitutto, l'indicatore deve rappresentare correttamente il fenomeno al quale si riferisce: esso deve cioè essere una buona quantificazione della qualità del fenomeno che interessa monitorare.

A tal fine deve essere dotato del giusto grado di sensibilità, deve cioè segnalare correttamente le variazioni del fenomeno al livello di definizione ritenuto significativo per gli scopi che ci si propone e che riguardano le variazioni prodotte dalle politiche.

L'indicatore deve inoltre essere efficiente. La sua efficienza dipende dal costo del sistema.

10.6 Indicatori di sostenibilità e programmazione locale

Gli indicatori di sostenibilità applicati alle sequenze DPSIR-PT, sono destinati a rivoluzionare il contenuto informativo e conoscitivo della pianificazione urbanistica e territoriale di Comuni e Province.

Di questo aspetto sembra non vi sia ancora sufficiente consapevolezza proprio perché la pianificazione del territorio non è ancora stata improntata ai criteri metodologici delle "buone pratiche" della programmazione sostenibile.

E' tuttavia prevedibile che, dal momento in cui ci si orienterà in questa direzione, apparirà con sempre maggiore evidenza, la portata innovativa che gli indicatori di sostenibilità sono destinati ad esercitare sul complesso del contenuto informativo del piano.

I tradizionali allegati tecnici degli elaborati di piano, dove vengono riportati i dati e le informazioni risultanti dai rilievi, analisi ed elaborazioni, denunciano ormai, l'obsolescenza dell'apparato concettuale che presiede alla formazione dei piani. Sono ampiamente noti i difetti e i limiti che questi documenti hanno assunto nella corrente prassi professionale ed amministrativa: la presenza la presenza di dati ininfluenti sulle scelte di piano; di dati ed informazioni non utilizzati e non utilizzabili come indicatori; non correlati e non correlabili; non pensati e non utilizzati per i monitoraggi; l'assoluta assenza di qualunque discorso sulla verifica delle prestazioni delle scelte effettuate. Tutto questo è ormai la consuetudine.

La messa a punto di un insieme di standard di indicatori di sostenibilità per la pianificazione urbanistica e territoriale è il passo necessario per dare un peso tecnico al contenuto informativo che supporta le scelte di piano: gli allegati informativi di piano dovrebbero ottenere le informazioni e i dati relativi agli indicatori di sostenibilità, ma

dovrebbero anche specificare come si intende attivare il sistema di monitoraggio necessario per la valutazione delle prestazioni del piano.

La messa a punto di indicatori di sostenibilità per la pianificazione urbanistica e territoriale è un tema aperto alla ricerca e alla sperimentazione, che deve vedere in primo piano gli enti locali, in particolare quelli che aderiscono alla Agenda 21: Locale, Regioni, Province, Comuni dovrebbero dedicare al tema un crescente impegno di ricerca, coinvolgendo Università e Centri di Ricerca.

11 APPLICAZIONE SPERIMENTALE ALLA CITTÀ DI SASSARI

11.1 Analisi di fattibilità

Prima di proporre un progetto definitivo per un'installazione si rende indispensabile portare a termine un'apposita analisi di fattibilità.

La suddetta analisi rappresenta un ottimo strumento per il processo decisionale e aiuta a definire:

- Le quantità di rifiuti previste, il tipo di rifiuti e i requisiti logistici necessari.
- Portata dell'investimento e i rapporti costi/benefici
- Studio delle possibili soluzioni
- Modelli di finanziamento e di determinazione dei costi
- Conseguenze ambientali
- Possibili infrazioni all'infrastruttura urbana
- Esigenze formative ed informative degli utenti e del personale di assistenza.

L'intero processo di pianificazione del progetto prevede la stima dei costi, la simulazione dei processi.

11.2 Proposta progettuale

1. Localizzazione aree idonee
2. Definizione dei campi di applicazione: centri storici, centri residenziali, nuova urbanizzazione;

3. Studio di un criterio per stabilire il tracciato delle reti e per individuare le arterie principali
4. Studio di un criterio per individuare la localizzazione delle colonnine di conferimento dei rifiuti solidi
5. Dimensionamento dell'impianto in termini di metri di tubazioni, colonnine di conferimento e punti di raccolta dei rifiuti in relazione al relativo campo di applicazione;
6. Criterio per la localizzazione della centrale di raccolta e suo inserimento nel contesto
7. Studio delle colonnine come elemento di arredo urbano. Dimensionamento e disegno architettonico
8. Architettura della centrale di raccolta. Tipologia idonea.
9. Analisi costi-benefici
10. Gestione e manutenzione
11. Istruzione e educazione dell'utente

11.3 La raccolta differenziata nella città di Sassari

Il servizio di raccolta differenziata che l'Amministrazione di Sassari ha approvato di recente inizia ad ottenere il successo programmato. Dall'avvio del nuovo servizio di raccolta infatti, i cittadini sassaresi hanno prodotto il 14% di rifiuti differenziati. Dopo sole tre settimane e nonostante i disagi inevitabili legati al nuovo servizio, i cittadini hanno deciso di sostenere l'ambiente e di adeguarsi a numerose città italiane ed europee.

Per un primo bilancio sulla raccolta differenziata si tratta di un dato confortante: nella terza settimana dall'arrivo in città del servizio sono state conferite alla stazione di compostaggio circa 60 tonnellate di rifiuti organici, ovvero il 6% sul totale dell'indifferenziata.

Secondo le direttive regionali, dal primo luglio infatti, non sarà più possibile conferire in discarica i rifiuti indifferenziati, pena nella migliore delle ipotesi, nuovi incrementi di multe salatissime per le Amministrazioni

Comunali che non rispetteranno le nuove normative (nel caso specifico l'Amministrazione di Sassari è già stata fortemente sanzionata per il ritardo degli ultimi 3 anni). La scadenza imminente e le continue sanzioni hanno costretto l'Amministrazione ad accelerare i tempi dell'avvio del nuovo servizio. Il limite stabilito dalla Regione infatti è del 10%, appena quattro punti di distacco in circa una ventina di giorni dalla partenza. Confrontando i dati della città di Sassari con altre città dell'isola il risultato assume ancora più rilevanza; Cagliari, il capoluogo di regione, in otto mesi dall'inizio del nuovo servizio di raccolta è arrivata al 10% di differenziata e al 3% per l'organico.

Nella terza settimana sono state inviate alla catena di riciclaggio 52 tonnellate di carta e cartone, 28 di vetro, 16 di plastica e 57 di organico, per un totale di circa 156 tonnellate di rifiuti differenziati.

Lo start up della raccolta differenziata proseguirà nel immediato con la sistemazione di altre isole ecologiche (i tre cassonetti giallo, bianco e blu), circa 150 in tutta la città: considerando che ciascuna isola occupa in pianta una superficie di circa 20 metri quadri sarà necessario rendere disponibili oltre 3000 metri quadrati di spazio fruibile. I problemi si ripropongono con le ben note modalità non appena ci si cala nella realtà del centro storico. Anche per Sassari infatti non è stato possibile trovare gli spazi necessari alla collocazione delle isole ecologiche all'interno delle mura antiche della città. All'interno degli opuscoli della campagna di informazione e sensibilizzazione sul tema rifiuti, si legge a chiare lettere il limite del servizio che divide la città in due macroaree: *centro storico* e *centro urbano*. Gli abitanti afferenti al *centro urbano* potranno usufruire del servizio mediante le isole ecologiche (i cassonetti) per conferire ciascuna frazione merceologica, mentre i residenti del centro storico dovranno effettuare la raccolta entro le proprie abitazioni e lasciare a giorni stabiliti i sacchetti lungo le vie.

Oltre a organizzare il servizio di raccolta differenziata e predisporre le isole ecologiche si è reso necessario dotare la città delle strutture

adeguate; a tal proposito è stato ristrutturato, ad esempio, un vecchio edificio (Figura 1 e 2) in passato gestito dall'Azienda cittadina per la nettezza urbana, al fine di realizzare una moderna piattaforma di prima valorizzazione e raccolta dei rifiuti. Tale complesso (che verrà realizzato grazie ad un finanziamento della Comunità Europea di cui ha beneficiato la Regione Sardegna nel 2005) è stato concepito come un polo tecnologico-amministrativo (Figura 3) dotato di stazioni di trasferimento per lo smistamento dei rifiuti, impianti di separazione, spogliatoi per i lavoratori, uffici, archivi, sezione amministrativa e sala conferenze.



Figura 11.1: Stazione di raccolta dei rifiuti presso la località di Caniga, Sa



Figura 11.2: Vista interna del vecchio edificio (anno 2000)

Tutti questi elementi sono importanti per testimoniare il livello di attenzione che l'Amministrazione sta dimostrando verso il problema dei rifiuti solidi a livello urbano.



Figura 11.3: Progetto esecutivo per la ristrutturazione del vecchio stabile per la realizzazione di una nuova piattaforma di raccolta e prima valorizzazione dei rifiuti

Parallelamente ai nuovi servizi offerti alla città e ai lavori per l'adeguamento in materia di rifiuti solidi urbani, un'altra grossa trasformazione sta interessando il tessuto urbano e più precisamente tutta l'area racchiusa dalle mura storiche della città: un progetto complessivo di risanamento e rifacimento degli impianti e delle tubazioni della rete idropotabile, e delle reti per le acque nere e le acque bianche. Il progetto è stato appaltato ed il cantiere partirà entro la fine del mese di Settembre 2006.

L'unione delle due iniziative ha aperto la possibilità di sperimentare la raccolta pneumatica dei rifiuti nel centro storico di Sassari in un momento particolarmente appropriato: il progetto prevede un intervento di ampio respiro proprio sulle reti sotterranee della città di un'area incredibilmente vasta che copre l'intero centro storico ed alcuni quartieri del centro urbano. In figura 11.4 è riportata la planimetria dell'area interessata dal progetto di riqualificazione delle reti.

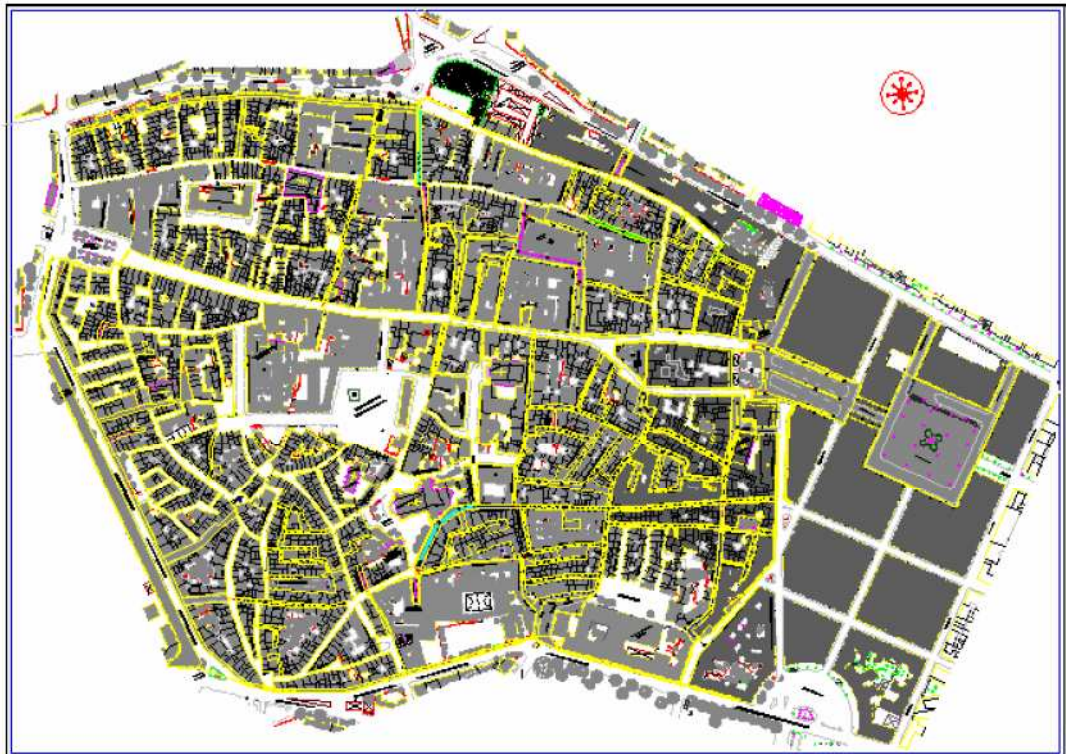


Figura 11.4: Planimetria del centro storico di Sassari e dell'area di intervento. In giallo è segnato il tracciato della rete per le opere bianche.

11.4 Pianificazione e dimensionamento del sistema pneumatico per Sassari

I punti della proposta progettuale elencati al paragrafo 11.2 vengono in parte automaticamente definiti dalla situazione contingente.

- 1) Localizzazione aree idonee
- 2) Definizione del campo di applicazione

La localizzazione dell'area idonea non può non prescindere dall'area interessata dall'imminente progetto di riqualificazione urbana che in questo caso però coincide la parte della città che risente maggiormente (come emerso dalla analisi effettuata all'inizio della ricerca) del problema della raccolta dei rifiuti: il centro storico.

Di conseguenza anche la definizione del campo di applicazione, in questo caso, è piuttosto delineata, chiara e motivata.

- 3) Studio di un criterio per stabilire il tracciato delle reti e per individuare le arterie principali

Una volta definita la localizzazione dell'intervento, l'obiettivo è stato quello di portare il servizio al maggior numero di abitazioni del centro storico, avendo cura di andare a sovrapporre il tracciato della rete per la raccolta pneumatica a quello delle reti idrico-sanitarie interessate dall'intervento di riqualificazione. Questo è un dato rilevante anche nell'analisi costi benefici di questo caso studio specifico; infatti attenersi il più possibile al tracciato previsto dal progetto sull'impianto idrico-fognario consente di eliminare in parte i costi di scavo e ripristino del manto stradale che altrimenti costituirebbero una voce di computo sostanziosa nel calcolo economico del progetto per la raccolta pneumatica.

Per definire il tracciato è stato estrapolato dalla planimetria della città il tracciato relativo alle sole reti idrico-sanitarie: nonostante il progetto di riqualificazione si possa considerare uniformemente distribuito sul territorio del centro storico l'analisi grafica della carta tematica ha messo

chiaramente in luce la presenza di maglie urbane che resterebbero aperte e che non consentirebbero di collegare alcune aree contigue nel caso in cui ci si attendesse rigorosamente alla sovrapposizione dei due tracciati. In altre parole, per ottimizzare il tracciato e far funzionare la rete pneumatica è necessario collegare alcuni tratti che non fanno parte del progetto di riqualificazione delle reti idriche.

Procedendo sempre con un lavoro di sovrapposizione delle mappe e delle carte tematiche è stato possibile individuare agevolmente tali tratti. Il progetto pertanto è stato opportunamente pensato (e stimato economicamente) per stralci successivi cui corrispondono tre fasi, di cui le prime due assolutamente interconnesse.

Fase 1: prevede l'installazione del sistema nelle strade che già saranno interessate da interventi di scavo del manto stradale. Questa fase non è operativa senza la fase successiva. Il tratto che potrebbe operare sarebbe troppo corto e risulterebbe assai svantaggioso economicamente far lavorare la centrale di raccolta e la stazione di insufflazione per portare servizio ad un numero così esiguo di abitazioni.

Fase 1b: tale fase si rende assolutamente indispensabile per far funzionare l'impianto. Prevede infatti lo scavo di nuovi tratti per ottimizzare il tracciato della fase 1. Nel computo estimativo sono stati aggiunti i costi di scavo e ripristino del manto stradale.

Fase 2: in un secondo momento, sarà possibile completare tutto il tracciato, andando a collegare anche gli ultimi tratti esclusi dalla fase 1b e creare una maglia uniforme su tutto il territorio entro le mura storiche della città. In futuro, qualora la cittadinanza e l'Amministrazione lo richiedano il sistema potrà essere esteso a tutta la città, procedendo ancora per settori e per fasi successive.

In Figura 6 è riportato il tracciato finale dell'intervento.

4) Studio di un criterio per individuare la localizzazione delle colonnine di conferimento dei rifiuti solidi

I punti di conferimento sono i punti dove gli utenti del sistema buttano i rifiuti, e dove rimangono stoccati temporaneamente fino a quando saranno trasportati alla centrale. Per determinare il numero e l'ubicazione dei punti di scarico necessari, sono stati considerati i seguenti criteri:

- Disporre della capacità di scarico e di immagazzinamento temporaneo necessaria per gestire la totalità dei rifiuti generati nell'area considerata.
- Scelta delle frazioni di rifiuti che si vogliono raccogliere: in questo pre progetto si è valutato di raccogliere due o tre frazioni di rifiuti diverse, a scelta del Comune di Sassari.
- Che le distanze fra i chiusini di scarico all'interno delle abitazioni o strutture commerciali fossero accettabili (75 m. uno dall'altro).

La localizzazione delle colonnine di conferimento tiene conto inoltre dei punti a maggior densità abitativa, della localizzazione degli attrattori sociali e dei punti a maggior concentrazione di attività produttive (negozi, attività commerciali).

Nel caso oggetto dello studio l'analisi delle carte tematiche e lo studio dei dati messi a disposizione dall'anagrafe hanno permesso di stimare una densità abitativa quasi costante nel territorio considerato, di constatare un numero esiguo di attività commerciali (e questo è senza dubbio un dato poco incoraggiante per un centro storico, che non vive durante il giorno e che si sta lentamente trasformando in un quartiere dormitorio); pertanto la disposizione delle colonnine di conferimento è regolare in tutta la maglia progettata e tali punti si trovano ad una distanza reciproca di 75 m (questo consente all'utente di percorrere una distanza massima di 37 m); nel dimensionamento delle colonne non si è fatta differenziazione tra chiusini per i residenti e chiusini per le attività commerciali (normalmente quelli destinati a queste ultime sono

leggermente più grandi), poiché, come detto in precedenza, non si rileva una presenza di negozi tale da motivarne la scelta.

5) Dimensionamento dell'impianto in termini di metri di tubazioni, colonnine di conferimento e punti di raccolta dei rifiuti in relazione al relativo campo di applicazione

In conformità ai criteri elencati ai punti 3 e 4, è stato dimensionato il sistema:

per la fase 1 sono stati previsti un totale di 32 punti di conferimento per le colonnine di scarico nel caso di 3 frazioni (per esempio: resto-sacco nero carta+cartone, plastica+metallo,), uniformemente distribuite lungo un tracciato di 1645 metri lineari.

La fase 1 b prevede di ottimizzare il tracciato della fase 1 con lo scavo di altri 590 metri lineari per la rete di raccolta, lungo la quale saranno predisposti altri 8 punti di conferimento.

Con la fase 2 si andrà a completare il progetto con lo scavo di 4850 metri lineari per la rete di raccolta e la realizzazione di altre 92 punti di conferimento.

6) Criterio per la localizzazione della centrale di raccolta e suo inserimento nel contesto

Per tracciare la rete si è reso prima necessario stabilire la posizione della centrale di raccolta. Dopo un'analisi attenta della struttura urbana, e dopo aver riconsiderato tutti i prerequisiti del sito la scelta è caduta su un'area della città nelle immediate vicinanze della stazione ferroviaria (Figura 11.5). Tale area infatti non è vincolata ed è di pertinenza comunale; la posizione inoltre è risultata ideale per la vicinanza con l'area da servire mediante la raccolta pneumatica e non risulta di particolare

congestione per il traffico veicolare. Questo consentirebbe ai camion di circolare senza ostacolare i flussi dei cittadini.



Figura 11.5: Veduta aerea della città e localizzazione della posizione per la centrale di raccolta

Figura 11.6: Planimetria generale dell'intervento



11.5 VALUTAZIONE ECONOMICA PER LA RACCOLTA DI DUE E TRE FRAZIONI DI RIFIUTO

Nelle tabelle seguenti viene riportata la valutazione economica di ciascuna fase per la progettazione del sistema, differenziato sulla base del numero di frazioni che l'Amministrazione sceglierà di separare.

- Fase 1: riguarda l'installazione del sistema nelle strade che già prevedono interventi sul manto stradale
- Fase 1b: riguarda l'installazione del sistema necessaria per ottimizzare il tracciato e mettere in funzione l'impianto di una parte della fase 1.
- Fase2: prevede l'estensione del sistema a tutto il centro storico e completa il tracciato iniziato con le due fasi precedenti

2 frazioni			Totale
Fase 1	Rete di trasporto	1645 metri lineari	658.000 €
	Punti di conferimento	32 colonnine	533.200 €
Totale Fase 1: 1.191.200 €			
Fase 1b	Rete di trasporto	590 metri lineari	236.000 €
	Scavo,ricopertura tubi, ripristino manto stradale	590 metri lineari	177.000 €
	Punti di conferimento	8 colonnine	128.800 €
	Centrale di raccolta	1 centrale	979.600 €
Totale Fase 1b: 1.521.400 €			
Fase 2	Rete di trasporto	4.850 metri lineari	1.940.400 €
	Scavo,ricopertura tubi, ripristino manto stradale	4.850 metri lineari	1.455.000 €
	Punti di conferimento	92 colonnine	1.439.200 €
Totale Fase 2: 4.834.600 €			
TOTALE PROGETTO: 7547200 €			

3 frazioni			Totale
Fase 1	Rete di trasporto	1645 metri lineari	658.000 €
	Punti di conferimento	32 colonnine	533.200 €
Totale Fase 1: 1.191.200 €			
Fase 1b	Rete di trasporto	590 metri lineari	236.000 €
	Scavo,ricopertura tubi, ripristino manto stradale	590 metri lineari	177.000 €
	Punti di conferimento	8 colonnine	187.200 €
	Centrale di raccolta	1 centrale	1.141.200 €
Totale Fase 1b: 1.741.200 €			
Fase 2	Rete di trasporto	4.850 metri lineari	1.940.400 €
	Scavo,ricopertura tubi, ripristino manto stradale	4.850 metri lineari	1.455.000 €
	Punti di conferimento	92 colonnine	2.198.400 €
Totale Fase 2: 5.593.800 €			
TOTALE PROGETTO: 8.526.200 €			

BIBLIOGRAFIA

Christensen T.H.C., Cossu R. (2001) Processi di stabilizzazione dei rifiuti nelle discariche e possibilità di controllo, *in Dispense corso di Ingegneria Sanitaria Ambientale*, Dipartimento IMAGE, Università di Padova, 2001.

Christensen T.H., Kjeldsen P., Basic biochemical Processes in Landfills in Christensen, Cossu, Stegmann (Eds) "Sanitary Landfilling: Technology and Environmental Impact", Academic Press, London, 1989

Christensen T.H. e Cossu R. (1998) Basic processes in landfills. *International Training Seminar "Management and Treatment of MSW Landfill Leachate", 2-4 December, Cini Foundation, Venice, Italy*, CISA Editore, Cagliari.

Cosgrove D. (1990) Social Formation and Symbolic Landscape (tit. Italiano Realtà sociali e paesaggio simbolico, tr.it. di Mario Neve), Beckerham, Croom Helm Ltd., (Unicopoli – Milano).

Cossu R. (2001) *Fondamenti di chimica, chimica organica, microbiologia e biochimica per l'ingegneria ambientale*, Dispense corso di Ingegneria Sanitaria Ambientale, Dipartimento IMAGE, Università di Padova.

Cossu R. (1998-a) Problematiche della chiusura e post-chiusura delle discariche controllate. In: *Atti Convegno Nazionale "Chiusura e post-*

chiusura delle discariche controllate”, Castelfranco Veneto, 24-25 Settembre 1998. CISA Editore, Cagliari.

Cossu R. (1998-b) Drainage and collection of leachate. *International Training Seminar “Management and Treatment of MSW Landfill Leachate”, 2-4 December, Cini Foundation, Venice, Italy*, CISA Editore, Cagliari.

Cossu R., Muntoni A. e Cappai G. (1998) Tecniche di copertura e confronto tra alternative. In: *Atti Convegno Nazionale “Chiusura e post-chiusura delle discariche controllate”*, Castelfranco Veneto, 24-25 Settembre 1998. CISA Editore, Cagliari.

Cesari G., Rolle E., Ventresca R. (1992) Il consenso, in *Atti del convegno Le acque in Italia*, Roma 28/29/30 ottobre 1992.

Di Fidio M. (1998) Per una pianificazione locale orientata ecologicamente, *Inquinamento*, 30, (n°6), 70.

Farquhar G.I. e Rovers S.A. (1973) Gas production from landfill decomposition. *Water, Soil and Air Pollution*. Vol 2, pp. 483-495, cit. da Raga R. (1999).

Fedeli V., Gastaldi F. (a cura di) (2004), *“Pratiche strategiche di pianificazione. Riflessioni a partire da nuovi spazi in costruzione”*, Franco Angeli, Milano

Giardina E. (1984) (a cura di) Problemi connessi alla redazione dei piani regionali di risanamento delle acque in *I piani regionali di risanamento acque 1*, Roma, Formez.

Gregotti V., Progetto di paesaggio, Casabella 575-576, LV, 2-4, 1991.

Hawkins K. e Latham B. (1995) Landfill architecture: the integrated approach. *Proceedings of the Sardinia 95, Fifth International Landfill Symposium, 2-6 October, S. Margherita di Pula, Italy*, CISA Publisher, Cagliari, pp 661-669, cit. da Cossu R. (1998).

Maciocco G. (1991) La pianificazione ambientale del paesaggio, in Maciocco G. (a cura di), *La pianificazione ambientale del paesaggio*, Milano, Franco Angeli.

Maciocco G., Marchi G.P., (a cura di), (2000), *"Dimensione ecologica e sviluppo locale: problemi di valutazione"*, Franco Angeli / Metodi del Territorio, Milano

Maciocco G., (a cura di), *"La città, la mente, il piano. Sistemi intelligenti e pianificazione urbana"*, Franco Angeli / Metodi del Territorio, Milano

Mazza L. (2003), *"Tre nuove nuove regole per l'urbanistica"*, Il Giornale dell'Architettura, n°4, pp. 1 e 8.

Mishan E.J. (1974), *"Analisi Costi benefici"*, Etas Libri, Milano.

Mutti M. (2006), *"Relazione tecnico illustrativa del sistema di Raccolta Pneumatica dei Rifiuti Envac"*, pagg.3-35, Envac Italia, Milano

Mutti M. (2006), *"Studio per l'installazione di un sistema di raccolta automatizzata dei rifiuti solidi urbani per il centro città di Sassari"*, Envac Italia, Milano

Pasqui G. (2001), *"Il territorio delle politiche"*, Franco Angeli, Milano

Pittaluga P.(2001) Progettare con il territorio: Immagini spaziali della società locale e pianificazione comunicativa, Franco Angeli, Milano.(Metodi del territorio,collana fondata da Ferando Clemente, diretta da Giovanni Maciocco).

“Procedure di Valutazione d’Impatto Ambientale”, gennaio 2001, dal sito dell’ Osservatorio Città Sostenibili, Dipartimento Interateneo Territorio Politecnico e Università di Torino.

Raga R. (1999) Aspetti geomeccanici, geochimici e idrogeologici nello smaltimento in discarica dei rifiuti pretrattati. Tesi di dottorato, Università di Cagliari, 1999.

Reiter M. (1991) Studio di sistemazione e ripristino paesaggistico e ambientale delle discariche controllate, Università di Cagliari, Istituto di Architettura e Urbanistica.

Rothenberg J., (1975), *“Valutazione economica del rinnovo urbano, Fondamenti concettuali dell’analisi costi benefici”*, Studi urbani e regionali, Franco Angeli Editore, Milano

Ruggeri L., Zaghini D.(1993) La Progettazione Ambientale e Paesaggistica delle Discariche Controllate, vol.1, Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, Dipartimento di programmazione, progettazione e produzione edilizia.

Scocco C., Cavaliere A., Guarini S.,Madeddu M. (2002), *“Cosa sono gli indicatori e perché sono indispensabili”*, Working Paper n° 4/02, pagg.3-8, Osservatorio Città Sostenibili, Dipartimento Interateneo Territorio Politecnico e Università di Torino.

Sereni E.(1981) *Storia del paesaggio agrario italiano*, Biblioteca Universale Laterza, Bari.

Sias M. (1997) *Dispense del corso di Recupero e Riqualificazione Ambientale Urbana e Territoriale*, Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Sezione di Urbanistica, Università di Cagliari.

Sereni E., *Storia del paesaggio agrario italiano*, Biblioteca Universale Laterza, Bari (1981)

Sias M., *Dispense del corso di Recupero e Riqualificazione Ambientale Urbana e Territoriale*, Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Sezione di Urbanistica, Università di Cagliari (1997).

Turri E., *Antropologia del paesaggio*, Edizioni di Comunità, Milano, 1974.

www.envac.it, sito web Envac Italia, sede italiana