

NORTH WEST ENGINEERING

Studi - Progettazioni - Direzioni Lavori - Servizi Grandi Opere



Provincia	TORINO	Comune	MONTANARO
Oggetto	Centro integrato per il recupero di materiali e la valorizzazione di rifiuti non pericolosi in località "I Ronchi" denominato "Kilometro Verde"		
PROGETTO DEFINITIVO			
Relazione	R 09		
Titolo relazione	<i>Relazione specialistica Area di Ricerca e Sviluppo sperimentale</i>		

Committente	Denominazione	kmverde
	Indirizzo	Via Bensi 12/3 – 20152 Milano

Coordinatore del progetto	NORTH WEST ENGINEERING s.r.l. Via Cernaia 30 - 10122 TORINO
----------------------------------	----------------------------------------------------------------

Progettisti documento	 Ing. Riccardo ZINGARELLI Ing. Cristiana ALFONSETTI Ing. Pierluigi SECCAMONTE Ing. Moreno PARISI Dott. Ing. Davide MASERA
------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Codice commessa	DIMON12012ZK
------------------------	--------------

Rev.	n. copie	Data	Redazione	Verifica	Validazione	Descrizione
01/2012	01	Settembre 2012	NWE / Ingenius	Ingenius	kmverde	I emissione

North West Engineering s.r.l.			
	R. 09	<i>Relazione specialistica area di ricerca e sviluppo sperimentale</i>	Pag. 1 di 6

INDICE

1. PREMESSA	2
2. L' AREA DI RICERCA E SVILUPPO	3
3. ELENCO APPARECCHIATURE	4
4. SEZIONI AUSILIARIE.....	4
5. PRESIDI DI CONTROLLO.....	5
6. ALLEGATO.....	6

Rev.	n. copie	Data	Redazione	Verifica	Validazione	Descrizione
01/2012	01	Settembre 2012	NWE / Ingenius	Ingenius	kmverde	l' emissione

North West Engineering s.r.l.			
	R. 09	<i>Relazione specialistica area di ricerca e sviluppo sperimentale</i>	Pag. 2 di 6

1. PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di delineare le funzionalità dell'area di ricerca e sviluppo sperimentale da ubicare presso il sito individuato in località "I Ronchi" nel Comune di Montanaro.

L'area di ricerca e sviluppo sperimentale (Area C) è parte del Centro Integrato per il recupero di materiali e la valorizzazione dei rifiuti non pericolosi ed è destinata alla ricerca applicata sul tema "recupero di materiali e studio dei rifiuti non pericolosi".

La Società proponente **Kmverde srl** ha siglato un accordo di consulenza con il Politecnico di Torino (Polito) per le attività di ricerca e l'installazione di impianti pilota di diverso tipo e tecnologie nell'area C.

Rev.	n. copie	Data	Redazione	Verifica	Validazione	Descrizione
00/2012	01	Settembre 2012	NWE / Ingenius	Ingenius	kmverde	l emissione

North West Engineering s.r.l.			
	R. 09	<i>Relazione specialistica area di ricerca e sviluppo sperimentale</i>	Pag. 3 di 6

2. L'AREA DI RICERCA E SVILUPPO

L'area di ricerca e sviluppo (C) risulta antistante l'area ove verranno ad essere installati gli impianti di trattamento rifiuti ed interesserà una superficie pari a circa 2.700 m². L'edificio, del tipo prefabbricato, avrà un'altezza sottotrave di circa 15 m e circa 300 m² saranno adibiti ad uffici disposti su due livelli.

Circa 2.400 m² del piano terra dell'edificio sono riservati all'attività di laboratorio e analisi in sito, i restanti 300 m² ed il piano primo sono riservati a uffici con postazioni di lavoro dotate di calcolatori e video terminali.

La collaborazione tra Politecnico di Torino e Kmverde si propone di utilizzare in maniera energeticamente ed economicamente vantaggiosa una quantità di rifiuti industriali, sia di origine sintetica che ligneo-cellulosica tramite l'esercizio di impianti pilota. L'opportunità innovativa riguarderà la trasformazione di un'aliquota di rifiuti che verranno adottati ai reattori di piccola scala, in una risorsa utile (vettore) alla produzione combinata di energia elettrica e calore sfruttando delle tecnologie innovative, affidabili e di elevata efficienza, derivata da impianti di grande scala industriale ed appositamente adattate alle esigenze di questo progetto. Accanto a questi impianti pilota se ne installeranno altri in cui la ricerca è ancora a livelli embrionali e che costituiranno un sicuro valore aggiunto e un'attrattiva per le risorse umane (ricercatori, dottorandi, post doc, tesisti...) che avranno la possibilità di condurre una ricerca volta ad individuarne le principali caratteristiche tecnico-ambientali di funzionamento e peculiarità che possono rendere la tecnologia funzionale e alternativa alle convenzionali tecnologie presenti sul mercato.

La ricerca si concretizzerà con le seguenti fasi:

- definizione del progetto di ricerca;
- monitoraggio del progetto con relazioni trimestrali;
- relazione finale della sperimentazione con i relativi risultati;
- eventuale produzione di brevetti di processo e/o impianti.

Si riporta in allegato al presente documento un abstract che riassume gli obiettivi e le finalità della ricerca che si vuole avviare.

Rev.	n. copie	Data	Redazione	Verifica	Validazione	Descrizione
00/2012	01	Settembre 2012	NWE / Ingenius	Ingenius	kmverde	l'emissione

North West Engineering s.r.l.			
	R. 09	<i>Relazione specialistica area di ricerca e sviluppo sperimentale</i>	Pag. 4 di 6

3. ELENCO APPARECCHIATURE

L'area di ricerca e sviluppo sperimentale avrà un assorbimento elettrico pari a circa 500 kW.

4. SEZIONI AUSILIARIE

L'area di ricerca e sviluppo sperimentale sarà integrata da dotazioni ed apparecchiature di tipo ausiliario, quali l'impianto elettrico, il sistema antincendio, l'impianto di trattamento delle arie.

Sinteticamente, le sezioni ausiliarie possono essere individuate come segue:

Impianto elettrico

- Cabina di arrivo e trasformazione MT/BT;
- sistema di distribuzione FM;
- impianti di illuminazione ordinario a basso consumo tipo "led";
- impianti di illuminazione emergenza;
- locale quadri elettrici a servizio delle apparecchiature/macchine;
- rete di terra.

Presidi di controllo ed impianti di contenimento delle emissioni

- unità di depolverazione a maniche.

Impianti ausiliari

- rete acqua potabile;
- servizi igienici (scarichi);
- rete di collettamento acque reflue;
- rete acque meteoriche;

Rev.	n. copie	Data	Redazione	Verifica	Validazione	Descrizione
00/2012	01	Settembre 2012	NWE / Ingenius	Ingenius	kmverde	l emissione

North West Engineering s.r.l.			
	R. 09	<i>Relazione specialistica area di ricerca e sviluppo sperimentale</i>	Pag. 5 di 6

- gruppo elettrogeno (di servizio d'emergenza);
- impianto antincendio.

5. PRESIDI DI CONTROLLO

L'area controllata e presidiata dedicata alla sperimentazione e sviluppo delle diverse tecnologie/impianti (C) sarà provvista di idoneo impianto antincendio, presidi per la sicurezza dei lavoratori e impianto di trattamento dell'aria e delle eventuali emissioni in atmosfera che saranno sottoposte ad analisi.

Rev.	n. copie	Data	Redazione	Verifica	Validazione	Descrizione
00/2012	01	Settembre 2012	NWE / Ingenius	Ingenius	kmverde	l'emissione

North West Engineering s.r.l.			
	R. 09	<i>Relazione specialistica area di ricerca e sviluppo sperimentale</i>	Pag. 6 di 6

6. ALLEGATO

Rev.	n. copie	Data	Redazione	Verifica	Validazione	Descrizione
00/2012	01	Settembre 2012	NWE / Ingenius	Ingenius	kmverde	1 emissione



**POLITECNICO
DI TORINO**

Department
of Applied Science
and Technology

Debora FINO

Associate Professor of Chemical Plant Design

kmverde



Via G. Bensi 12/3

20152 Milano - ITA

Torino, 26 Giugno 2012

AREA RICERCA E SVILUPPO (Area C) :

La proposta nel seguito, mira ad integrare competenze di soggetti industriali ed universitari attraverso l'installazione di impianti pilota di diverso tipo e tecnologie nell'area C che faranno parte di un progetto più ampio che verrà delineato tra la kmverde (KMV) e il Politecnico di Torino (Polito) attraverso un accordo di Partnership.

Il riciclo di materia dai rifiuti industriali è di scarso interesse e normalmente riguarda la realizzazione di prodotti con bassa qualità e basso valore commerciale. In generale gli impieghi attuali considerano utilizzi di basso profilo e di scarsa, se non nulla appetibilità nel mercato.

La collaborazione tra Polito e KMV si propone di sfruttare in maniera energeticamente ed economicamente vantaggiosa una piccola quantità di rifiuti industriali, sia essa di origine sintetica che ligno-cellulosica tramite l'esercizio di piccoli impianti pilota. L'opportunità innovativa riguarderà tra l'altro la trasformazione di un'aliquota di rifiuti che verranno adottati ai reattori di piccola scala, in una risorsa utile (vettore) alla produzione combinata di energia elettrica e calore sfruttando delle tecnologie innovative, affidabili e di elevata efficienza, derivata da impianti di grande scala industriale ed appositamente adattate alle esigenze di questo progetto. Accanto a questi impianti pilota, se ne installeranno altri in cui la ricerca è ancora a livelli embrionali e che costituiranno un sicuro valore aggiunto e un'attrattiva per le risorse umane (ricercatori, dottorandi, post doc, tesisti...) che avranno la possibilità di condurre una ricerca volta ad individuarne le principali caratteristiche tecnico-ambientali di funzionamento e peculiarità che possono rendere la tecnologia funzionale e alternativa alle convenzionali tecnologie presenti sul mercato.

Department of Applied Science and Technology
Institute of Chemical Engineering

Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino – Italy
tel: +39 011.090.4710 fax: +39 011.090.4699
debora.fino@polito.it www.polito.it/dip/disat www.polito.it



Le tecniche attualmente disponibili sul mercato si possono classificare in due categorie, entrambe aventi potenzialità di sostenibilità ambientale ed economica:

Le **tecniche biologiche** rappresentano l'insieme di soluzioni che consentono la bio-trasformazione dei reflui e degli scarti in biocarburanti, sfruttando l'attività di specifici microrganismi.

Le **tecniche termo-chimiche**, quali gassificatori, pirolizzatori e termovalorizzatori, importanti dal punto di vista del recupero energetico, che impiegano opportune condizioni chimico-fisiche per ottenere naturalmente la conversione delle sostanze alimentate a vettori energetici.

Entrambe le tecniche di valorizzazione energetica si basano su almeno due condizioni:

- a. la disponibilità di una quantità sufficiente di flussi che abbiano un sufficiente potere calorifico;
- b. la necessità di energia primaria che serva come input del processo produttivo.

L'esercizio di detti impianti pilota e ancor prima gli studi di fattibilità e la modellazione dei processi, andranno a valutare in termini qualitativi e quantitativi i vantaggi e gli svantaggi delle soluzioni disponibili.

Uno tra gli obiettivi principali, sarà la creazione di un modello analogico dell'intero processo (pretrattamento e valorizzazione) che permetterà di misurare la sostenibilità energetica dello stesso. La metodologia che verrà adottata sarà quella dell'uso di un approccio macroscopico Life Cycle Thinking per la valutazione della Energia Netta Prodotta (NEP approach, Net Energy Production) e dell'indice di sostenibilità energetica dei processi di valorizzazione degli scarti mediante la stima dei parametri: EROI (Energy Return On Investment) e EPT (Energy Payback Time).

IMPIANTI PILOTA

Tra le tecnologie presenti sul mercato, a livello industriale e in alcuni casi ancora sperimentale, si identificano di seguito a titolo semplificato e non esaustivo alcune di queste, che saranno sviluppate in un secondo momento con maggior dettaglio in un progetto tecnico specifico che definirà la tecnologia, le risorse necessarie, i parametri ricercati, gli impatti ambientali, le possibilità di sviluppo e sostenibilità.

Scopo della sperimentazione sarà altresì la possibilità di poter mettere a confronto i risultati ottenuti con medesime o diversificate matrici di rifiuti in ingresso, con le differenti tecniche a pari condizioni al contorno per una valutazione tecnico-prestazionale nonché ambientale e gestionale.





L'area controllata e presidiata, all'interno del centro di recupero integrato, dedicata alla sperimentazione e sviluppo delle diverse tecnologie/impianti (per brevità nominata AREA C) sarà provvista di idoneo impianto antincendio, presidi per la sicurezza dei lavoratori, rete elettrica in MT con una potenza installata e disponibile pari a 500Kw e impianto di trattamento dell'aria e delle eventuali emissioni in atmosfera che saranno sottoposte ad analisi.

All'interno della struttura di superficie pari a 2.400 mq, è stata riservata un'area per l'attività di laboratorio e analisi in situ, nonché di un ufficio con l'inserimento di postazioni di lavoro dotate di calcolatori e video terminali. Le risorse incaricate alla supervisione delle diverse attività pilota ne controlleranno i risultati e gli sviluppi sperimentali sfruttando proprio queste aree a stretto contatto con l'area di lavoro.

Gassificatore con reattore a letto fluido

La **tecnologia di gassificazione** presenta notevoli vantaggi rispetto ai processi alternativi/convenzionali (ridotti costi di investimento, efficienza globale più elevata, costi operativi contenuti, ecc..), sebbene i processi di gassificazione più diffusi, di tipo a letto fisso down-draft o tamburo rotante o simile siano affetti da pesanti difficoltà operative a causa della difficile gestione dei condensati carboniosi che incrostano l'impianto e ne limitano sensibilmente il funzionamento fino a richiedere manutenzione continua e frequenti fermate che incidono molto negativamente sui costi di esercizio.

La soluzione innovativa proposta riguarda la tecnologia di **gassificazione con reattore a letto fluido** applicata ad una taglia di impianto che è tale da ottimizzare lo sfruttamento delle risorse disponibili nei pressi del sito di installazione e produce una potenza elettrica e termica facilmente allocabile sul territorio e quindi "distribuita". Questo processo, innovativo nella gassificazione di taglia medio piccola, non è affetto dai limiti di funzionamento, dagli elevati costi di esercizio e dalle basse efficienze dei metodi di gassificazione convenzionali, in quanto produce **un gas di sintesi** di alta qualità, senza depositi di condensati carboniosi, in grado di alimentare agevolmente motori a combustione interna anche di piccola taglia. Il vantaggio dell'impiego del reattore a letto fluido si basa principalmente sulla fluidodinamica che permette un alto contatto tra rifiuti industriali e letto di inerti fluidizzato, massimizzando la formazione di gas di sintesi e limitando drasticamente la formazione di condensati ed agglomerati carboniosi che genererebbero incrostazioni deleterie per il normale funzionamento dell'impianto pilota.

La sfida tecnologica che il progetto si prefigge riguarda lo sviluppo di **pre-trattamenti chimico-fisici** sostenibili economicamente. L'impiego opportuno di tecniche di pre-trattamento consente di aumentare l'affidabilità e le rese di processo, costituendo quindi un tassello fondamentale per la minimizzazione dei costi operativi. Riguardo i parametri prestazionali misurabili che consentiranno di valutare il raggiungimento



(pieno e/o parziale) degli obiettivi di superamento dello stato dell'arte, saranno fondamentali le caratteristiche che impattano direttamente sui costi di esercizio e di investimento, valutate alla scala di interesse:

- durata;
- resa di conversione;
- potere calorifico del gas prodotto;
- contenuto di C organico nelle ceneri;
- qualità dei reflui (polveri nel gas, COD, BOD nei liquidi).

La progettazione dovrà definire in termini esecutivi il sistema, comprensivo di componenti ausiliari e sistemi idonei di pre-trattamento, in particolare focalizzati sul letto fluidizzato in cui avviene la reazione. Il sistema di trattamento del gas prodotto dovrà rispettare le specifiche richieste per l'alimentazione di motori a combustione interna che equipaggiano gruppi di cogenerazione al fine di contenere i costi di investimento.

Per le frazioni ligneo-cellulosiche si propone l'impiego di un pretrattamento che consenta una riduzione drastica della taglia associata alla disgregazione delle fibre con l'impiego di vapore a media temperatura e pressione. L'effetto del trattamento determina una riduzione del volume della massa in ingresso, funzionale alla riduzione della capacità dei sistemi a valle, la disgregazione della frazione organica delle sostanze trattate tale da originare un composto semi liquido e pompabile, con la massa organica disciolta e/o ridotta in fibre, entro il quale saranno contenuti eventuali solidi inorganici separabili. Ulteriori effetti ottenibili con il degradamento della frazione organica consentono la riduzione del tempo di permanenza nei sistemi a valle.

Gli aspetti della ricerca si concentreranno anche sulla purificazione del gas di sintesi e la sua trasformazione in prodotti chimici appetibili (metanolo, etanolo,...).

Digestore anaerobico

La digestione anaerobica di biomasse è oggetto di un'ampia letteratura, che approfondisce non solo gli aspetti tecnologici del processo, ma anche quali siano i parametri analitici caratteristici della matrice da degradare che è necessario considerare rispettivamente in fase di progettazione e nel monitoraggio del processo di digestione, in fase di esecuzione dello stesso.

Il contenuto di umidità, di solidi volatili e il rapporto C/N sono i parametri fondamentali da valutare per quanto riguarda le caratteristiche del substrato: un ambiente umido è necessario per la sopravvivenza dei microrganismi che operano la degradazione, tuttavia il livello ottimale di umidità dipenderà dalla tecnologia scelta per la digestione. Il contenuto di solidi volatili (SV) dà un'indicazione, seppur approssimata, del





contenuto di sostanza organica, pertanto maggiore è questo valore, più ci si aspetta a livello teorico una rilevante produzione specifica di biogas. Infine, il rapporto C/N è un parametro molto importante in quanto carbonio e azoto sono i due attori principali del metabolismo dei microrganismi anaerobi, i quali ricavano energia dall'ossidazione del carbonio e necessitano di azoto per la loro crescita cellulare. Anche il pH è un parametro da considerare, in quanto i processi biologici si svolgono a valori di pH prossimi alla neutralità (6,5 – 7,5), mentre ambienti acidi o basici inibiscono le funzioni microbiche.

I PRETRATTAMENTI

Le varie tecniche di smaltimento e valorizzazione energetica dei resi hanno in comune molte operazioni di preparazione o di pretrattamento vero e proprio dei rifiuti stessi. Ricordiamo in particolare le operazioni di frantumazione, triturazione, vagliatura e cernita.

Tali operazioni sono affidate a macchinari specifici, sovente mutuati dalla tecnologia mineraria, dei quali ricordiamo alcuni tipi di impiego corrente. A questo proposito potranno essere testati trituratori/granulatori di nuova tecnologia e sviluppo finalizzati a produrre un trattamento dei rifiuti idoneo al recupero attraverso le varie tecniche presenti sul mercato e che consentano una riduzione dei costi di esercizio e miglioramento delle condizioni finali di riduzione volumetrica. Potranno essere inoltre testati nuovi sistemi automatizzati di vagliatura/selezione meccanica e ottica con il supporto dei recenti progressi della robotica ed elettronica a servizio di questa tipologia di macchine.

Accanto alle vie più consolidate esistono altri pretrattamenti chimico-fisici e biologici che possono essere accoppiati o integrati nel processo complessivo di pretrattamento. Pertanto l'obiettivo principale è quello di verificare ed ottimizzare mediante **test pre-industriali sperimentali a livello di laboratorio**, l'efficacia delle operazioni di pretrattamento di tipo: fisico (triturazione, liquefazione), chimici (acidi, basici, organosolv), chimico-fisici (termici in presenza o assenza di chemicals, steam explosion), biologici (cellulasi, batteri, funghi) sull'incremento del recupero di esosi e pentosi dai materiali di scarto. L'incremento della disponibilità degli zuccheri verrà verificato dall'aumento delle rese dei processi di valorizzazione a freddo: quali recupero di energia e l'estrazione di composti intermedi quali feedstock per sintesi di prodotti chimici. Verrà valutato altresì l'effettivo incremento del recupero di lignina da avviare a sistemi di valorizzazione a caldo. Su questi ultimi aspetti si concentrerà la ricerca attraverso sperimentazioni di scala ridotta.





TRATTAMENTI SU FLUSSI SPECIFICI: ESEMPI

TRATTAMENTO PERCOLATO

Verranno valutati diversi trattamenti chimico-fisici, che possono essere raggruppati sotto la definizione di "Processi di Ossidazione Avanzata" (Advanced Oxidation Processes, AOPs). La caratteristica comune di questi processi è l'utilizzo di ossidanti non inquinanti (ossigeno molecolare, ozono, perossido d'idrogeno,...) in fase acquosa per ridurre la carica organica dei substrati da trattare, con l'obiettivo primario di ottenere una detossificazione dell'effluente. Gli AOP come il Fenton, l'elettro-Fenton e il foto-Fenton verranno studiati e testati per rimuovere sostanze organiche refrattarie da percolato di discarica. La reazione di Fenton si basa la aggiunta di perossido di idrogeno per le acque reflue o percolato in presenza di sale ferroso come catalizzatore.

Tra i trattamenti elettrochimici verranno altresì studiati trattamenti combinati di elettrocoagulazione associati alla nanofiltrazione.

TRATTAMENTO CENERI PROVENIENTI DALL'INCENERIMENTO DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI

Verranno valutate diversi processi per l'utilizzo, dopo eventuale vetrificazione, di ceneri provenienti dall'incenerimento dei rifiuti solidi urbani, per la produzione di materiali di largo consumo, quali inerti per conglomerati bituminosi e cementizi, ma anche come materia prima per la preparazione del clinker di Portland o del cemento pozzolanico, di piastrelle, cariche per vernici, rinforzanti per compositi a matrice polimerica, produzione di fibre di vetro per isolamento termico, e vetroresine, di pannelli isolanti.

SCARTO CHE SI ORIGINERÀ DALLE TERRE DI SPAZZAMENTO

Dopo la sua separazione dalla matrice liquida, la parte inerte/solida delle terre di spazzamento potrà seguire lo stesso destino delle scorie da inceneritori se la sua caratterizzazione chimico-fisica risultasse compatibile con i processi per la loro valorizzazione. Per quanto attiene alla matrice liquida, si prenderà in esame la wet air oxidation (WAO) che è considerata, per le sue caratteristiche intrinseche, un processo molto versatile, capace di inserirsi in una gamma di trattamenti che vanno dalle basse concentrazioni, classicamente trattate per via biologica, alle alte concentrazioni, per le quali si utilizza l'incenerimento. Dal punto di vista formale, la wet air oxidation potrebbe infatti essere definita come un processo di incenerimento in fase liquida, che tuttavia non presenta problemi di emissioni gassose nocive e si effettua a temperature decisamente inferiori.





La versatilità del processo WAO risiede anche nella possibilità, scegliendo le adeguate condizioni operative, se operare in maniera da utilizzare il processo come un trattamento ultimo o come un pretrattamento. In particolare:

- l'utilizzo della WAO come trattamento finalizzato a ottenere effluenti liquidi ricchi in acidi grassi volatili, valorizzabili per via metabolica per la produzione di alcuni polimeri come il poliidrossialcanoati (PHA);
- l'utilizzo della WAO come post-trattamento di effluenti per ottenere l'ossidazione selettiva dell'azoto ammoniacale a azoto molecolare, evitando la formazione di nitrati;
- l'utilizzo della WAO come trattamento preliminare a processi di valorizzazione come la digestione anaerobica, per aumentare la disponibilità di materia organica solubile e accelerarne la trasformazione in un effluente più facilmente digeribile dalla biomassa.

Per la sua versatilità la WAO verrà sperimentata anche sul percolato di discarica.

Verrà concepita una reattoristica ad hoc che permetterà di valutare i trattamenti sopra specificati.

LABORATORIO DI ANALISI

Per l'esercizio di questi impianti pilota è stata messa in disponibilità, all'interno della stessa struttura, un'area adibita all'uso di laboratorio in campo, quindi sarà necessario dotarsi di una serie di apparecchiature per valutare i flussi in entrata (caratterizzazione morfologica, chimica e chimico-fisica delle diverse matrici) e in uscita dai reattori utilizzati (analisi del gas prodotto); come ad esempio:

- attrezzature per pretrattamenti: mulini, tritatori a coltelli, vagli, setacciatrice, etc...;
- autoclave;
- gascromatografo/spettrometro di massa;
- gascromatografi con rivelatori FID/TCD/ECD;
- analizzatore di biogas completo di sonde per CH₄, CO, CO₂, O₂, H₂S;
- analizzatori di pH, CE, ORP, T, O₂ disciolto;
- HPLC;
- analizzatori TOC, TN;
- cromatografia ionica;
- ICP.





**POLITECNICO
DI TORINO**

Department
of Applied Science
and Technology

A questo proposito per le analisi di laboratorio più specifiche in funzione delle tecnologie sperimentate potranno essere impiegate anche le attrezzature presenti all'interno dei laboratori del Politecnico di Torino che permetteranno uno studio approfondito e avanzato per le matrici in ingresso e uscita dall'impianto.

MANPOWER

Tramite la stretta collaborazione che si instaurerà tra la società kmverde e il Politecnico di Torino, il personale che graviterà intorno all'area C sarà selezionato in base alle esigenze di ricerca tra ing. Chimici, Energetici, Meccanici e Ambientali (neo-laureati, tesisti, dottori di ricerca etc...) coadiuvato dal supporto di Docenti e Ricercatori legati al progetto tramite l'accordo di Partnership, instaurando un percorso di formazione permanente specialistica sul trattamento sostenibile di rifiuti speciali.

POLITECNICO DI TORINO
Dipartimento di Scienza Applicata
e Tecnologia
C.so Duca degli Abruzzi, 24
10129 TORINO (ITALIA)

Department of Applied Science and Technology
Institute of Chemical Engineering

Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino – Italy
tel: +39 011.090.4710 fax: +39 011.090.4699
deborafino@polito.it www.polito.it/dip/disat www.polito.it