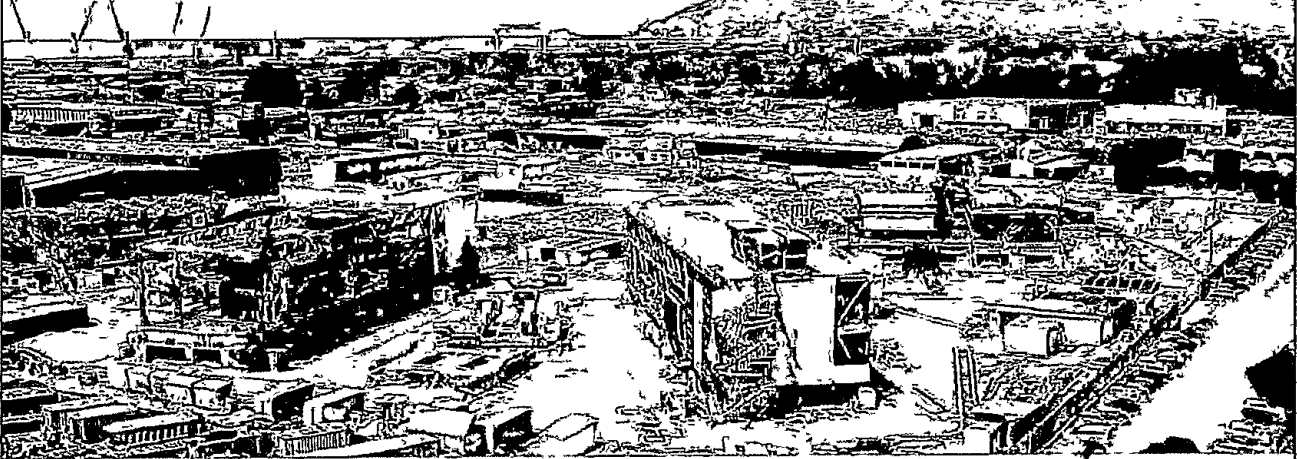


COMUNE DI CARRARA
PROVINCIA DI MASSA E CARRARA

PERMESSO DI COSTRUIRE

(Art. 134, comma 1, lettera (e) L.R. 65/ 2014)

ADEGUAMENTO DELL'AREA PRODUTTIVA DI ALENZA - AREA YARD



PROPRIETA'

BAKER
HUGHES
a GE company



Società Nuovo Pignone Srl

PROGETTISTI



ARCHITECTURE
ENGINEERING
PROJECT MANAGEMENT
CONSULTING

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
PER LA QUALITA' CERTIFICATO DA DNV
=UNI EN ISO 9001:2008 =

PARTNERS

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87 - 52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055. 9139124 F. 055. 9110873 pec:
info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via LeoneX, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.it

www.gpapartners.com

Progettista



Direttore Tecnico

Prof. Ing. Paolo Spinelli

Ing. Massimiliano Cecconi

Gruppo di lavoro:

Ing. Massimo Bartoli (Xenia S.r.l.)

Ing. Paolo Bonacorsi (M&E Srl)

Ing. Giulio Camiciottoli

Ing. Marco Angeloni

Geol. Matteo Capelli (Ramboll Italy S.r.l.)

Ing. Gianluca Balloni (GPA S.r.l.)

Arch. Monica Pierantoni (GPA S.r.l.)

REV.	DATA	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
00	luglio 2019		MC	PS	EMISSIONE
00	settembre 2019		MC	PS	INTEGRAZIONI e SPOSTAMENTO SCAMI E CB0

commessa n. C18227NP
OGGETTO

FORMATO A4

ELENCO ELABORATI

COD.ELABORATO: EE00

NOME FILE: C18227NP_D_EE00_rev1

INT. 06/09/19

ELENCO ELABORATI

COMMESSA C18227NP			PERMESSO DI COSTRUIRE AREA YARD				
CODICE ELABORATO			DESCRIZIONE ARGOMENTO	SCALA	REVISIONE	DATA	NOME FILE
LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	PROGRESSIVO					
	MM		MODULISTICA PERMESSO DI COSTRUIRE				
D	MM	01	MODULO PERMESSO DI COSTRUIRE		0	10/07/19	C18227NP_D_MM01_rev0
D	MM	02	RELAZIONE TECNICA DI ASSEVERAZIONE		0	10/07/19	C18227NP_D_MM02_rev0
D	MM	03	SOGGETTI COINVOLTI		0	10/07/19	C18227NP_D_MM03_rev0
D	MM	04	NOTA INTRODUTTIVA + ALLEGATI		0	10/07/19	C18227NP_D_MM04_rev0
D	MM	05	PROCURA SUAP		0	10/07/19	C18227NP_D_MM05_rev0
D	MM	06	BONIFICO DIRITTI DI SEGRETERIA		0	10/07/19	C18227NP_D_MM06_rev0
D	MM	07	BONIFICO ONERI E NOTE		0	10/07/19	C18227NP_D_MM07_rev0
D	MM	08	MODELLO ISTAT		0	06/09/19	C18227NP_D_MM08_rev0
	EE		RELAZIONI PERMESSO DI COSTRUIRE				
D	EE	00	ELENCO ELABORATI		1	06/09/19	C18227NP_D_EE00_rev1
D	EE	01	RELAZIONE ILLUSTRATIVA		1	10/07/19	C18227NP_D_EE01_rev1
D	EE	02	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA		0	10/07/19	C18227NP_D_EE02_rev0
D	EE	03	ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE		0	10/07/19	C18227NP_D_EE03_rev0
D	EE	04	ELABORATO TECNICO DELLE COPERTURE		0	10/07/19	C18227NP_D_EE04_rev0
D	EE	05	RELAZIONE IDRAULICA		0	10/07/19	C18227NP_D_EE05_rev0
D	EE	06	RELAZIONE IDRAULICA - ATTO NOTORIO PER CONDIZIONI IDRAULICHE		0	10/07/19	C18227NP_D_EE06_rev0
D	EE	07	DICHIARAZIONE IN MERITO ALLE PRESCRIZIONI DI CUI ALLA NORMATIVA DEL P.G.R.A.		0	10/07/19	C18227NP_D_EE07_rev0
D	EE	08	VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO E ALLEGATI - COLLAUDO MODULI		0	10/07/19	C18227NP_D_EE08_rev0
D	EE	09	VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO E ALLEGATI - CANTIERE		0	10/07/19	C18227NP_D_EE09_rev0
D	EE	10	RELAZIONE GEOLOGICA		0	10/07/19	C18227NP_D_EE10_rev0
D	EE	11	ANALISI DI RISCHIO SANITARIO - VALUTAZIONE DEL RISCHIO COSM-YARD		1	06/09/19	C18227NP_D_EE11_rev1
D	EE	12	ANALISI DI RISCHIO SANITARIO - LETTERA CASELLI		0	10/07/19	C18227NP_D_EE12_rev0
D	EE	13	ANALISI DI RISCHIO SANITARIO - VERBALE MINISTERIALE 16.04.2010		0	10/07/19	C18227NP_D_EE13_rev0
D	EE	14	ANALISI DI RISCHIO SANITARIO - DICHIARAZIONE PROGETTISTA		0	10/07/19	C18227NP_D_EE14_rev0
	AR		ELABORATI GRAFICI EDILE PERMESSO DI COSTRUIRE				
D	AR	01	PLANIMETRIA GENERALE STATO ATTUALE	500	0	10/07/19	C18227NP_D_AR01_rev0
D	AR	02	PLANIMETRIA GENERALE STATO DI PROGETTO	500	1	06/09/19	C18227NP_D_AR02_rev1
D	AR	03	PLANIMETRIA GENERALE STATO SOVRAPPOSTO	500	1	06/09/19	C18227NP_D_AR03_rev1
D	AR	04	SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	500	0	10/07/19	C18227NP_D_AR04_rev0
D	AR	05	AREA YARD - PLATEA "A" - STATO ATTUALE, DI PROGETTO, SOVRAPPOSTO	200	0	10/07/19	C18227NP_D_AR05_rev0
D	AR	06	AREA YARD - PLATEA "B" - STATO ATTUALE, DI PROGETTO, SOVRAPPOSTO	200	0	10/07/19	C18227NP_D_AR06_rev0
D	AR	07	AREA YARD - PLATEA "D" - STATO ATTUALE, DI PROGETTO, SOVRAPPOSTO	200	0	10/07/19	C18227NP_D_AR07_rev0
D	AR	08	AREA YARD - PLATEA "E" - STATO ATTUALE, DI PROGETTO, SOVRAPPOSTO	200	0	10/07/19	C18227NP_D_AR08_rev0
D	AR	09	AREA YARD - GAS LOOP	100	0	10/07/19	C18227NP_D_AR09_rev0
D	AR	10	AREA YARD - CABINA CB0	100	0	10/07/19	C18227NP_D_AR10_rev0
D	AR	11	AREA YARD - LOCALE SCAMI	100	1	10/07/19	C18227NP_D_AR11_rev1
D	AR	12	PLANIMETRIA CALCOLO ONERI	500	0	10/07/19	C18227NP_D_AR12_rev0
D	IA	01	RETE IDRICA ANTINCENDIO AREA YARD	500	0	10/07/19	C18227NP_D_IA01_rev0
D	AR	13	PARAMETRI URBANISTICI	500	0	06/09/19	C18227NP_D_AR13_rev0
	ST		PRATICA GENIO CIVILE				
D	ST	00	DELEGA DEPOSITO		0	10/07/19	C18227NP_D_ST00_rev0
D	ST	01	AREA YARD - RELAZIONE DI CALCOLO		0	10/07/19	C18227NP_D_ST01_rev0



PARTNERS:

D	ST	02	AREA YARD - PIANO DI MANUTENZIONE		0	10/07/19	C18227NP_D_ST02_rev0
D	ST	03	LAYOUT GENERALE STATO DI PROGETTO	500	0	10/07/19	C18227NP_D_ST03_rev0
D	ST	04	AREA YARD - PLANIMETRIA GENERALE FONDAZIONI STATO ATTUALE	500	0	10/07/19	C18227NP_D_ST04_rev0
D	ST	05	AREA YARD - PLANIMETRIA GENERALE FONDAZIONI STATO DI PROGETTO	500	0	10/07/19	C18227NP_D_ST05_rev0
D	ST	06	AREA YARD - PLANIMETRIA GENERALE FONDAZIONI STATO DI SOVRAPPOSTO	500	0	10/07/19	C18227NP_D_ST06_rev0
D	ST	07	AREA YARD - LAYOUT STRUTTURE IN ELEVAZIONE PLATEE DI ASSEMBLAGGIO - STATO ATTUALE	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST07_rev0
D	ST	08	AREA YARD - LAYOUT STRUTTURE IN ELEVAZIONE PLATEE DI ASSEMBLAGGIO - STATO DI PROGETTO	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST08_rev0
D	ST	09	AREA YARD - LAYOUT STRUTTURE IN ELEVAZIONE PLATEE DI ASSEMBLAGGIO - STATO DI SOVRAPPOSTO	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST09_rev0
D	ST	10	AREA YARD - PALI CARPENTERIA E ARMATURA PLATEA "A" E CAMINI	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST10_rev0
D	ST	11	AREA YARD - PALI CARPENTERIA E ARMATURA PLATEA "D" E CAMINI	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST11_rev0
D	ST	12	AREA YARD - PALI CARPENTERIA E ARMATURA PLATEA "E" E CAMINI	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST12_rev0
D	ST	13	AREA YARD - PALI CARPENTERIA E ARMATURA PLATEA "B" E CAMINI	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST13_rev0
D	ST	14	AREA YARD - CARPENTERIA STRUTTURE IN ELEVAZIONE PLATEE "E"	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST14_rev0
D	ST	15	AREA YARD - CARPENTERIA STRUTTURE IN ELEVAZIONE PLATEE "A", "D"	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST15_rev0
D	ST	16	AREA YARD - ARMATURA STRUTTURE IN ELEVAZIONE PLATEE "A", "D", "E"	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST16_rev0
D	ST	17	AREA YARD - ARMATURA STRUTTURE IN ELEVAZIONE PLATEE "A", "D", "E"	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST17_rev0
D	ST	18	AREA YARD - CARPENTERIA E ARMATURA STRUTTURE IN ELEVAZIONE PLATEA "B"	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST18_rev0
D	ST	19	AREA YARD - CARPENTERIA E ARMATURA STRUTTURE IN ELEVAZIONE PLATEA "B"	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST19_rev0
D	ST	20	AREA YARD - CARPENTERIA E ARMATURA STRUTTURE IN ELEVAZIONE PLATEA "B"	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST20_rev0
D	ST	21	AREA YARD - CARPENTERIA E ARMATURA FONDAZIONE GAS LOOP	VARIE	0	10/07/19	C18227NP_D_ST21_rev0

COMUNE DI CARRARA
PROVINCIA DI MASSA E CARRARA

PERMESSO DI COSTRUIRE

(Art. 134, comma 1, lettera (e) L.R. 65/ 2014)

ADEGUAMENTO DELL'AREA PRODUTTIVA DI ALENZA - AREA YARD



PROPRIETA'

**BAKER
HUGHES**
a GE company



Società Nuovo Pignone Srl

Handwritten signature

PROGETTISTI

GPA

ARCHITECTURE
ENGINEERING
PROJECT MANAGEMENT
CONSULTING

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
PER LA QUALITA' CERTIFICATO DA DNV
=UNI EN ISO 9001:2008 =

PARTNERS

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87 - 52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055. 9139124 F. 055. 9110878 pec:
info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via LeoneX, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 F. 055.46829215 e-mail: info@gpapartners.it

www.gpapartners.com

Gruppo di lavoro:

Ing. Massimo Bartoli (Xenia S.r.l.)

Ing. Paolo Bonacorsi (M&E Srl)

Ing. Giulio Camiciottoli

Ing. Marco Angeloni

Geol. Matteo Capelli (Ramboll Italy S.r.l.)

Ing. Gianluca Balloni (GPA S.r.l.)

Arch. Monica Pierantoni (GPA S.r.l.)

Progettista responsabile:

Direttore Tecnico

Prof. Ing.

Paolo Spinelli

Ing. Massimiliano Cecconi



REV.

DATA

ESEGUITO

CONTROLLATO

APPROVATO

DESCRIZIONE

00

luglio 2019

MC

PS

EMISSIONE

commessa n. C18227NP

OGGETTO

FORMATO A4

ANALISI DEL RISCHIO SANITARIO
VALUTAZIONE DEL RISCHIO COSM-YARD

COD.ELABORATO: EE11

NOME FILE C18227NP_D_EE11_rev0

Preparato per
Nuovo Pignone

PERMESSO DI COSTRUIRE Area Yard

Data
Giugno 2019

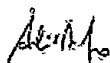
Preparato da
"Ramboll Italy S.r.l."
"Ufficio Roma, Via Mentore Maggini 50"

Numero di Progetto
IT1001533

ANALISI DI RISCHIO SANITARIO IN MODALITÀ DIRETTA VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER I LAVORATORI –AREA YARD AVENZA

N. Progetto **IT1001533**
Versione **Final**
Emissione **11/06/2019**
Modello **MSGI 11a Ed. 02 Rev. 05**
Redatto **Annalisa Di Fazio**
Verificato **Matteo Capelli**
Approvato **Andrea Campioni**

Redatto: Annalisa Di Fazio



Verificato: Matteo Capelli

Approvato: Andrea Campioni



Ramboll eroga i propri servizi secondo gli standard operativi del proprio Sistema di Gestione Integrato Qualità, Ambiente e Sicurezza, in conformità a quanto previsto dalle norme UNI EN ISO 9001:2008, UNI EN ISO 14001:2004 e OHSAS 18001:2007. Il Sistema di Gestione Integrato è certificato da SGS Italia Spa nell'ambito di uno schema di accreditamento garantito da ACCREDIA.

Questo rapporto è stato preparato da Ramboll secondo le modalità concordate con il Cliente, ed esercitando il proprio giudizio professionale sulla base delle conoscenze disponibili, utilizzando personale di adeguata competenza, prestando la massima cura e l'attenzione possibili in funzione delle risorse umane e finanziarie allocate al progetto.

Il quadro di riferimento per la redazione del presente documento è definito al momento e alle condizioni in cui il servizio è fornito e pertanto non potrà essere valutato secondo standard applicabili in momenti successivi. Le stime dei costi, le raccomandazioni e le opinioni presentate in questo rapporto sono fornite sulla base della nostra esperienza e del nostro giudizio professionale e non costituiscono garanzie e/o certificazioni. Ramboll non fornisce altre garanzie, esplicite o implicite, rispetto ai propri servizi.

Questo rapporto è destinato ad uso esclusivo di Nuovo Pignone S.r.l., Ramboll non si assume responsabilità alcuna nei confronti di terzi a cui venga consegnato, in tutto o in parte, questo rapporto, ad esclusione dei casi in cui la diffusione a terzi sia stata preliminarmente concordata formalmente con Ramboll.

I terzi sopra citati che utilizzino per qualsivoglia scopo i contenuti di questo rapporto lo fanno a loro esclusivo rischio e pericolo.

Ramboll non si assume alcuna responsabilità nei confronti del Cliente e nei confronti di terzi in relazione a qualsiasi elemento non incluso nello scopo del lavoro preventivamente concordato con il Cliente stesso.

INDICE

1.	INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO	2
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3.	DESCRIZIONE DEL SITO	4
3.1	Sintesi dell'assetto geo-idrogeologico	4
3.2	Qualità dei terreni e delle acque sotterranee	4
3.3	Descrizione delle opere nelle aree di intervento	6
4.	METODOLOGIA E STANDARDS DI RIFERIMENTO	7
4.1	Normativa di riferimento e linee guida	7
4.2	Fasi della metodologia	7
4.3	Criteri di accettabilità dei rischi	7
4.4	Software utilizzato	8
4.5	Cautela nell'interpretazione dei risultati del calcolo di Analisi di Rischio	8
5.	MODELLO CONCETTUALE	10
5.1	Contaminanti di interesse	10
5.2	Sorgenti secondarie di contaminazione	10
5.3	Recettori	11
5.4	Analisi dei percorsi di migrazione e vie di esposizione	11
6.	PARAMETRIZZAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE	12
6.1	Concentrazione rappresentativa della sorgente e dimensione della sorgente	12
6.2	Parametri dell'esposizione umana	13
7.	RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO	17

TABELLE

Tabella 01: Livelli freaticometrici luglio 2015 ÷ luglio 2016

Tabella 02a: Riepilogo risultati analisi chimiche acque di falda luglio 2015 ÷ gennaio 2016

Tabella 02b: Riepilogo risultati analisi chimiche acque di falda aprile 2016 ÷ luglio 2016

Tabella 3: pH acque di falda luglio 2015 ÷ luglio 2016

FIGURE

Figura 1 Foto aerea dell'area di intervento

Figura 2 Layout opere civili (fonte Nuovo Pignone)

Figura 3 Distribuzione Manganese nelle acque di falda (Aprile, Luglio 2016)

Figura 4 Distribuzione Ferro nelle acque di falda (Aprile, Luglio 2016)

Figura 5 Distribuzione Alluminio nelle acque di falda (Aprile, Luglio 2016)

Figura 6 Distribuzione 1,1 Dicloroetilene nelle acque di falda (Aprile, Luglio 2016)

ALLEGATI

ALLEGATO 01: Documento di validazione di ARPAT del 21 settembre 2017

ALLEGATO 02: FILE DI CALCOLO

1. INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO

La Società Nuovo Pignone s.r.l. (di seguito NP), ha avviato dal 2010 un piano di sviluppo dello YARD di Avenza che prevede la realizzazione di diverse opere civili. L'area è localizzata nel Comune di Carrara, nella frazione di Avenza (**Figura 1**).

In considerazione del fatto che il sito Nuovo Pignone di Avenza è oggetto di attività di bonifica, nel Marzo 2010, è stata eseguita una Analisi di Rischio in modalità diretta per valutare il rischio di esposizione dei lavoratori impegnati nella realizzazione delle opere civili, come anche richiesto dal Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare (cfr. Punto c del verbale della Conferenza dei Servizi del 16/04/2010).

L'analisi di rischio sanitario è stata condotta analizzando tutte le vie di esposizione attive e/o attivabili dalla sorgente falda in modalità diretta, secondo la metodologia riportata nel manuale "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti confinati" rev.2., ed i risultati hanno evidenziato l'assenza di rischio sia per i lavoratori impegnati nelle fasi di costruzione che per i lavoratori impegnati nelle attività del sito, rendendo di conseguenza non necessarie attività di monitoraggio dell'aria indoor/outdoor.

Poiché, all'interno dei piani di sviluppo di cui sopra la Nuovo Pignone ha presentato al Comune di Carrara, istanza di permesso di costruire ai sensi della L.R.T. 65/2014 (Art. 134), gli Uffici comunali competenti del Comune provvederanno a indire, ai fini del rilascio del titolo edilizio, apposita Conferenza dei Servizi Decisoria, ex Legge 241/90, finalizzata all'acquisizione dei pareri degli Enti competenti in ambito ambientale e sanitario (ARPAT e ASL) sulla documentazione presentata (anche e soprattutto per le tematiche ambientali e sanitarie e compresa, quindi, la suddetta "*Analisi di Rischio in modalità diretta*").

La presente valutazione del rischio è stata eseguita considerando i risultati dei monitoraggi delle acque sotterranee eseguite con il contraddittorio di ARPAT, nel periodo luglio 2015 ÷luglio 2016, e validate da ARPAT come indicato nel documento di validazione riportato in **Allegato 01**.

I risultati, assunzioni e conclusioni indicate nel presente documento, nelle more delle assunzioni previste dal modello concettuale, sono validi per i lavori e le opere civili da eseguirsi nell'area, a seguito del progetto presentato per il rilascio del titolo edilizio (cosiddetto "*risviluppo*" del sito), che prevedranno la ristrutturazione delle platee di fondazione, già attualmente presenti nell'area Cosm-Yard del sito produttivo del Nuovo Pignone di Avenza (Carrara), platee su cui saranno, successivamente alla loro ristrutturazione, assemblati e testati i n.°4 moduli di turbo-compressione del tipo SHELTER e relativi allo svolgimento della commessa produttiva LNG Shell Canada.

La massima profondità di scavo che dovrebbe essere raggiunta dalle maestranze (lavoratori impegnati nelle opere civili di risviluppo) durante la realizzazione delle suddette opere civili sarà pari a 1,3 m da p.c., corrispondente all'imposta di posa del magrone delle nuove platee di assemblaggio.

Nella **Figura 2**, in allegato, sono rappresentate le opere civili previste sull'area di interesse.

La valutazione del rischio sanitario in modalità diretta per i lavoratori impegnati nelle opere civili di risviluppo, è condotta in conformità agli standard normativi previsti dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i., e non sostituisce la valutazione dei rischi ai sensi della normativa vigente in materia di sicurezza e salute dei lavoratori da attuare in cantieri temporanei mobili (D.Lgs. 81/08 s.m.i.).

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Ramboll ha redatto il presente documento sulla base delle informazioni contenute nella documentazione di seguito riportata, cui si rimanda per eventuali approfondimenti:

- DOC 1.** Piano della Caratterizzazione, che descrive il piano delle indagini ambientali per la caratterizzazione del sito, redatto da ENVIRON nel mese di settembre 2005;
- DOC 2.** Piano delle Attività, che recepisce le integrazioni richieste dagli Enti di controllo nel corso della CdS decisoria del 30 marzo 2006, redatto da ENVIRON nel mese di novembre 2006;
- DOC 3.** Caratterizzazione del sito denominato "Area COSM/Yard di Avenza", che descrive le indagini di caratterizzazione condotte in contraddittorio con ARPAT, redatto da ENVIRON nel mese di settembre 2007;
- DOC 4.** Validazione definitiva delle indagini di caratterizzazione Nota Tecnica, che descrive le indagini ambientali integrative eseguite ad ottobre 2009 per l'ottenimento della validazione definitiva dei risultati della caratterizzazione del sito, redatto da ENVIRON nel mese di novembre 2009;
- DOC 5.** Messa in Sicurezza di Emergenza delle acque di falda, che descrive l'impianto di estrazione e trattamento delle acque di falda emunte, redatto da ENVIRON nel mese di gennaio 2010;
- DOC 6.** Progetto di Bonifica Area COSM di Avenza (MS), che descrive gli obiettivi di bonifica e gli interventi da intraprendere per ripristinare le concentrazioni delle CSR, redatto da ENVIRON nel mese di gennaio 2010;
- DOC 7.** "Rapporto di aggiornamento sulle attività di monitoraggio e avvio degli impianti di MISE e Bonifica della falda AREA COSM/YARD di Avenza. Periodo giugno 2015 – luglio gennaio 2016, Ramboll Environ Italy S.r.l., Marzo 2016
- DOC 8.** "Rapporto di aggiornamento sulle attività di monitoraggio e avvio degli impianti di MISE e Bonifica della falda AREA COSM/YARD di Avenza. Periodo febbraio – luglio 2016, Ramboll Environ Italy S.r.l., Ottobre 2016

3. DESCRIZIONE DEL SITO

Il sito si estende per 40.000 metri quadrati e viene utilizzato da NP per l'assemblaggio ed il collaudo di moduli di grandi dimensioni.

Il sito ricade amministrativamente nel comune di Avenza (MS) e fa parte della Zona Industriale Apuana della provincia di Massa-Carrara localizzata a sud del centro abitato di Avenza e inserito in parte nel nucleo abitativo di Marina di Massa a ridosso dell'autostrada Genova – Rosignano.

Il sito è delimitato lungo tre lati da strutture industriali e commerciali e, lungo il lato nord-orientale, dalla strada di accesso (Viale Zaccagna). Le aree residenziali più vicine si trovano a più di 200 m di distanza in direzione sud-ovest. A circa 80 m di distanza dal confine nord-ovest del sito, parallelamente alla via di accesso, scorre il torrente Carrione e a 450 m in direzione sud-est scorre il Fosso Lavello. Il mare si trova a circa 650 m di distanza in direzione sud-ovest (**Figura 1**).

3.1 Sintesi dell'assetto geo-idrogeologico

Sulla base dei dati stratigrafici ricavati nel corso delle indagini ambientali eseguite in sito è stato possibile ricostruire la successione litostratigrafia locale, schematicamente costituita da (dall'alto verso il basso):

- terreni sciolti, da asciutti a debolmente umidi, costituiti da sabbie e ghiaie mescolate a frammenti e blocchi di materiale lapideo di scarto delle cave di marmo (spessore medio 1,1 m);
- sabbie limose e limi sabbiosi grigio, ocra e nocciola, generalmente sciolti e umidi, costituiti da clasti monometrici e spigolosi talvolta arrotondati (spessore medio 1,5 m);
- sabbie grigie ben selezionate, generalmente poco addensate e sature, costituite da clasti arrotondati e monometrici passanti a sabbie fini debolmente limose attorno agli 11 m di profondità dal p.c. (spessore medio 16,5 m);
- sabbie eterometriche e argille ocra con frammenti ghiaiosi e rari ciottoli di origine carbonatica alterati (livello incontrato tra 18 e 22 m di profondità). Tale livello rappresenta verosimilmente il punto di contatto tra i depositi alluvionali superficiali e la conoide del torrente Carrione.

Nel sottosuolo del sito è presente un primo acquifero superficiale costituito da sabbie marine monometriche e ben selezionate intercalate da livelli ghiaiosi.

La soggiacenza della falda è mediamente circa 1,5 m da p.c. (Rif. DOC 8, Capitolo 2), mentre la direzione di deflusso locale delle acque di falda ha subito delle variazioni nel tempo. In base ai dati freaticometrici rilevati nel periodo di riferimento, la direzione di falda è da nord-ovest verso sud-est, con un gradiente medio calcolato di circa lo 1 ‰ (Rif. DOC 8, Capitolo 2).

3.2 Qualità dei terreni e delle acque sotterranee

Per quanto riguarda la matrice terreno i risultati dell'indagine di caratterizzazione del 2007 non hanno evidenziato alcun superamento dei limiti di concentrazione previsti per i terreni ad uso commerciale e industriale (Rif. DOC 3, Capitolo 2). Allo scopo di dirimere una discrepanza analitica rilevata da ARPA all'epoca delle indagini di caratterizzazione, nell'ottobre 2009 è stata effettuata una nuova determinazione analitica in contraddittorio sulla terza aliquota del campione denominato "E12 0,0÷1,0 m" sul quale, nel 2007, ARPAT aveva rilevato una concentrazione del parametro selenio superiore ai limiti di concentrazione applicabili. (Nota ARPAT Prot. 57991 DPMS 01.23.04/83 del 22/01/2008).

I risultati delle analisi sulla terza aliquota hanno rilevato che la concentrazione del parametro selenio nel campione di terreno E12 "E12 0,0÷1,0 m" è effettivamente inferiore sia al limite normativo che a quello di rilevabilità strumentale (0,3 mg/kg).

La validazione definitiva dei risultati delle analisi chimiche sui campioni di terreno da parte di ARPAT, che mostra l'assenza di superamenti per tutti gli analiti ricercati alle rispettive CSC indicate dal DLgs 152/06, per terreni ad uso commerciale e industriale, è contenuta nella Nota ARPAT Prot. 313 cl. 01.23.04/83 del 05/01/2010 (Rif. DOC 4, Capitolo 2).

Per quanto riguarda la matrice acque sotterranee i risultati dei monitoraggi trimestrali eseguiti, da Ramboll Environ per conto di Nuovo Pignone, nel periodo luglio 2015 ÷luglio 2016, a cui fa riferimento la validazione del contraddittorio condotto da ARPAT (Rif. **Allegato 01**), hanno evidenziato i seguenti superamenti alle CSC indicate nel DLgs 152/06:

- Ferro, rilevato ad aprile 2016 in concentrazione superiore alla rispettiva CSC (200µg/l) in quattro punti (E13, CW04, CW05 e CW06). Nella campagna di luglio 2016, ad eccezione del piezometro E13 in cui peraltro è stata registrata una decisa diminuzione delle concentrazioni di ferro, non sono state rilevate concentrazioni superiori le CSC. Anche nel piezometro CW05, che nella precedente campagna aveva evidenziato valori anomali molto alti (12300 µg/l), le concentrazioni a luglio sono risultate essere conformi alla CSC. Nella campagna di ottobre 2015 sono stati rilevati 3 superamenti e, come per le precedenti campagne, il piezometro maggiormente interessato è stato l'E13, ubicato nell'area centrale del sito, che ha evidenziato eccedenze con un valore massimale pari a 520 µg/l registrato nella campagna di ottobre 2015;
- Manganese, rilevato in concentrazioni superiori alla rispettiva CSC (50µg/l) in alcuni piezometri della rete, con valori compresi tra 52.9 e 1.140 µg/l;
- Alluminio eccedente la CSC in corrispondenza di 4 piezometri nel periodo luglio-ottobre 2015 e nel solo piezometro CW05 nella campagna di aprile 2016. Nella campagna di luglio 2016 non si rilevano superamenti per tale analita. Come riportato nel documento DOC 7, elencato al Capitolo 2, l'alluminio non è correlabile con i processi produttivi condotti in sito e non risultava tra le sostanze contaminanti rinvenute dal PdC (rif. Documento DOC 1, Capitolo 2). La presenza in concentrazioni superiori la CSC è probabilmente da ricondursi agli elevati valori di pH misurati nella maggior parte dei piezometri nel corso delle diverse campagne di monitoraggio;
- 1,1 Dicloroetilene valori massimi registrati sono stati di 0,4 µg/l nel piezometro CW09 a gennaio 2016, di 0,146 µg/l nel piezometro CW09 ad Aprile 2016 e di 0,086 nel CW16 a Luglio 2016. La presenza episodica di 1-1 DCE nelle varie campagne di monitoraggio, nei soli piezometri di monte idraulico, può essere verosimilmente legata all'azione di trasporto della falda che, in funzione della direzione di deflusso delle acque sotterranee, ha veicolato questi contaminanti dalle aree esterne allo Yard di Avenza;
- Solfati rilevati a di luglio 2015, in PB01 e PM01 con valori di poco superiori ai limiti di legge. Nelle due successive campagne di monitoraggio (ottobre 2015 e gennaio 2016) non sono stati rinvenuti superamenti in nessuno dei punti campionati. Solfati superiori alle CSC sono stati poi rilevati ad aprile 2016 in due soli piezometri (CW02 e CW05), non confermati nella successiva campagna di luglio 2016.

3.3 Risultati validazione del contraddittorio sul monitoraggio delle acque sotterranee condotto da ARPAT

Le analisi eseguite in contraddittorio da ARPAT sui campioni di acqua di falda prelevati nel medesimo periodo di riferimento, luglio 2015 ÷luglio 2016, mostrano in alcuni casi risultati diversi da quelli rilevati da NP e nello specifico:

- 1,2 Dibromoetano rilevato in CW11 a ottobre 2015, in concentrazione pari a 0,002 µg/l (valore rilevato da NP: <0,001 µg/l);
- PCB rilevati in CW12 con concentrazione pari a 0,027 a gennaio 2016 (valore rilevato da NP: <0,01 µg/l);
- Nichel e Piombo pari rispettivamente a 31 µg/l e a 123 µg/l rilevati nel piezometro PB02 a gennaio 2016 e non ricercati da NP in quanto non inclusi nel pacchetto analitico di monitoraggio approvato.

3.4 Descrizione delle opere nelle aree di intervento

Le opere civili (underground, quindi a contatto con la matrice suolo) da eseguirsi, riguarderanno la ristrutturazione delle platee di fondazione, già attualmente presenti nell'area Cosm-Yard del sito produttivo del Nuovo Pignone/BHGE di Avenza (Carrara), platee su cui saranno, successivamente alla loro ristrutturazione, assemblati e testati i n.#4 moduli di turbo-compressione del tipo SHELTER e relativi allo svolgimento della commessa produttiva LNG Shell Canada.

Sempre all'interno delle opere civili di progetto si prevede anche la realizzazione di ulteriori strutture di fondazione relative ai Camini Exhaust, ai Bleed, agli Scambiatori d'acqua ed alla quota parte di circuito Gas Loop ricadente in area Yard.

Si precisa, in riferimento a quanto sopra, che le platee di fondazione, attualmente esistenti e numerate A, B, D ed E, hanno dimensione in pianta di 54x25,8m.

Le platee, disposte a raggiera nella Yard, come da layout allegato, presentano spessore pari ad 1m e sono realizzate su pali di fondazione di lunghezza 18m.

Il progetto di ristrutturazione/adeguamento statico delle suddette platee e delle altre strutture di fondazione, prevede, quindi, la realizzazione dei seguenti interventi:

- Demolizione delle sovrastrutture e delle platee in c.a. per A, B, D ed E;
- Integrazione di nuovi pali trivellati di diametro 80cm e di lunghezza 18m per le platee e 15m per i camini;
- Realizzazione delle nuove platee di assemblaggio avente spessore pari a 1,2m;
- Inserimenti delle platee Camino e Bleed per tutte le strutture in oggetto;
- Inserimento di tre platee Torri Scale non giuntate rispetto alla platea B;
- Inserimento della platea Scambiatori d'acqua giuntata rispetto alla platea E;
- Inserimento di una nuova platea di fondazione superficiale per Gas Loop su cui verranno installati gli impianti meccanici del nuovo impianto;
- Realizzazione di strutture in elevazione in c.a. a supporto dei moduli (sistema AGF "Above Ground Foundation") di altezza fuori terra pari a 2m per le platee A, D, E ed a 4,7m per la platea B.

Al termine delle opere civili sopra-indicate, le dimensioni finali delle platee resteranno pari a 54,00x25,80 m per le platee A, D, E ed a 62,00x25,80 m per la platea B.

Le opere di ristrutturazione di cui sopra consentiranno la realizzazione delle attività di collaudo dinamico ("string test") su tutti i moduli assemblati nell'area; in particolare sulle platee A, D, E, le attività di collaudo saranno del tipo "Full Speed No Load", mentre sulla platea B l'attività di collaudo funzionale dei moduli risulterà del tipo "Full Speed Full Load".

4. METODOLOGIA E STANDARDS DI RIFERIMENTO

4.1 Normativa di riferimento e linee guida

Per l'elaborazione della valutazione del rischio si è fatto riferimento a standard metodologici di riconosciuta validità nazionale e internazionale.

Per quanto riguarda i riferimenti nazionali si è fatto principalmente riferimento ai documenti:

- "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati rev.2" Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT, ora ISPRA), Marzo 2008 (nel seguito "Criteri Metodologici, ISPRA");
- "Linee-guida sull'Analisi di Rischio ai sensi del D.Lgs. 152/06 ess.mm.ii.", prot. n. 29706/TRI del 18/11/2014, elaborate dal gruppo di lavoro composto da Ministero dell'Ambiente, Ministero della Salute, Ministero dello Sviluppo Economico, ARPA/APPA, ISPRA, ISS e INAIL.

Per ciò che riguarda le linee guida internazionali, si è fatto riferimento alla "Standard guide for Risk-Based corrective actions - Reapproved 2015" ASTM E2081-00, che costituisce la versione finale di ASTM-PS 104, 1998, nonché alle numerose guide tecniche elaborate dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli USA (USEPA), in particolare le "Risk Assessment Guidance".

4.2 Fasi della metodologia

L'elaborazione è stata condotta attraverso la seguente successione di fasi:

1. selezione dei contaminanti di interesse, denominati "Contaminanti indice" dal DLgs 152/06;
2. definizione del modello concettuale del sito (MCS), con indicazione delle sorgenti di contaminazione, dei percorsi di migrazione, delle vie di esposizione e dei recettori della contaminazione;
3. parametrizzazione del modello concettuale;
4. calcolo del rischio per la salute umana connesso alle diverse forme di esposizione alle sostanze inquinanti (cancerogene o non) e confronto con i livelli di rischio ritenuti accettabili.

4.3 Criteri di accettabilità dei rischi

Sulla base delle indicazioni del D.Lgs. n. 04/08, e alle modifiche ivi contenute all'Allegato 1 al Titolo V del D.Lgs. 152/06, nell'elaborazione sono stati assunti i seguenti criteri di accettabilità:

- Rischio cancerogeno per esposizione ad un singolo agente cancerogeno: $R=10^{-6}$;
- Rischio cancerogeno cumulativo: $R_{cum}=10^{-5}$;
- Indice di Rischio relativo all'esposizione ad un singolo agente tossico (Hazard Quotient, HQ): <1 ;
- Indice di Rischio cumulativo (Hazard Index, HI): <1 .

Se l'indice di rischio HI è minore o uguale a 1, la probabilità di effetti per la salute pubblica è molto bassa, se non nulla (USEPA, 1989). Un valore di HI maggiore di 1 non indica di per sé un accadimento di effetti avversi sulla salute, ma piuttosto una potenzialità di accadimento; il superamento del valore 1 da parte del HI potrebbe rendere necessaria un'analisi più accurata.

Per il rischio cancerogeno, un valore accettabile di 10^{-6} indica un rischio incrementale accettabile nel corso della vita di 0,000001, a fronte di un fondo naturale che, per le persone che vivono nel mondo occidentale, è di 0,25 (0,30 se fumatori). Questo significa che, per un lavoratore non

fumatore, è stato assunto un incremento massimo della possibilità di assumere cancro nel corso della vita da 0,25 a 0,250001.

4.4 Software utilizzato

I calcoli sono stati eseguiti utilizzando il software Risk-net 2.1, laddove applicabile, sviluppato nell'ambito della rete RECONnet (Rete Nazionale sulla gestione e la Bonifica dei Siti Contaminati), su iniziativa del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Roma "Tor Vergata". Per i percorsi di esposizione non previsti dal suddetto codice di calcolo sono stati elaborati dei fogli di calcolo riproducendo le formule previste dalla normativa tecnica internazionale.

4.5 Cautele nell'interpretazione dei risultati del calcolo di Analisi di Rischio

La metodica di Analisi di Rischio, ispirata alla "*Risk Based Corrective Action*" definita dall'ASTM, è basata su calcoli teorici che derivano dall'applicazione di formule conservative, tenendo conto di scenari di lungo termine.

A tal proposito si richiamano alcune cautele nell'interpretazione dei risultati, da tenere in considerazione prima di approcciarsi a tale strumento, rammentando in particolare la sovrastima dei rischi calcolati rispetto a quelli reali.

Infatti, i modelli di calcolo sono oltremodo conservativi e bisogna tenere in considerazione le assunzioni di default e i fattori di sicurezza inseriti nella determinazione dei parametri tossicologici.

Fra le assunzioni di default vi è ad esempio la linearità e additività del rischio, che non sono scientificamente provate, ma che anzi sono spesso contraddette dai risultati degli studi scientifici.

È inoltre fondamentale porre attenzione alle condizioni base sulle quali è calcolata l'Analisi di Rischio, ovvero la costruzione di un modello rappresentante il cosiddetto "reasonable worst case scenario".

In tal senso le i rischi stimati in modalità forward sono l'output di modelli conservativi e non rappresentano una condizione di rischio reale.

La procedura di Analisi di Rischio e i relativi risultati ottenuti con il Livello 2, pur utilizzando alcuni dati sito specifici, derivano da norme stabilite dalla legislazione in vigore e da assunzioni cautelative indicate nelle linee guida ISPRA, che utilizzano metodi iperprecauzionali.

Quindi, eventuali superamenti dei valori che definiscono il "rischio accettabile" non sono in alcun modo correlabili ad eventuali effetti sulla salute umana, ma devono essere inquadrati nell'ambito della procedura amministrativa per la bonifica e/o la messa in sicurezza dell'area.

Merita un approfondimento particolare la classificazione come composti cancerogeni di alcune sostanze indice considerate nella presente Analisi di Rischio. Per la definizione della cancerogenicità delle sostanze si è fatto riferimento alle indicazioni di ISS, riportate anche nel documento ISPRA, 2008 ("*Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati*", pag. 47). Seguendo tale approccio cautelativo è stato considerato il calcolo dei rischi per effetto cancerogeno per tutte le sostanze per cui il database ISS-INAIL riporta uno Slope Factor/IUR. Tuttavia, occorre sottolineare, per una piena comprensione dei risultati della valutazione di rischio, che nell'elenco del database ISS-INAIL sono presenti fattori di cancerogeneità per molte sostanze la cui cancerogenicità nell'uomo non risulta accertata da studi scientifici.

Si fa presente che tra le sostanze indice della presente valutazione, classificate come composti cancerogeni in quanto nel database ISS-INAIL sono presenti i relativi fattori, molte sono classificate dallo IARC nei gruppi 2A e 2B, vale a dire che esistono evidenze di una qualche azione cancerogena a livelli di somministrazione molto elevati, e per tutta la vita, a topi e/o ratti di laboratorio, oppure nel gruppo 3, che contiene le sostanze chimiche per le quali gli studi di cancerogenesi negli animali di laboratorio hanno fornito risultati negativi, contraddittori, o che non sono disponibili.

Inoltre, il database ISS-INAIL considera tutte le sostanze cancerogene secondo un approccio "non soglia", ovvero assume che non esista una dose di riferimento al di sotto della quale non si

manifestano effetti avversi. Tuttavia, a livello europeo sono riconosciuti gli approcci *a soglia* e *non-soglia*, illustrata anche nell'opinione adottata dai comitati scientifici a supporto della Commissione Europea, DG Health & Consumers ¹.

"Attualmente vengono considerati due approcci nell'Analisi di Rischio sanitario in relazione al meccanismo di azione di un composto tossico: approccio a soglia e non-soglia. Sulla base delle osservazioni sperimentali e delle considerazioni teoriche, si assume l'esistenza di una dose soglia per tutti i composti tossici (inclusi i cancerogeni non mutageni) al di sotto della quale non vi sono effetti sulla salute. Sulle stesse basi si assume che non esiste una soglia per i cancerogeni genotossici."

Infine, nella presente Analisi di Rischio, in via cautelativa ed in conformità alle Linee guida ISPRA, si è assunta l'additività del rischio delle singole sostanze cancerogene, e l'additività dell'indice di rischio non cancerogeno delle singole sostanze non cancerogene, indipendentemente dagli organo-bersaglio.

¹ Making Risk Assessment More Relevant for Risk Management. SCHER (Scientific Committees on Health and Environmental Risks), SCENIHR (Scientific Committees on Emerging and Newly Identified Health Risks), SCCS (Scientific Committees on Consumer Safety). Opinion adopted on March 2013

5. MODELLO CONCETTUALE

5.1 Contaminanti di interesse

La scelta dei contaminanti d'interesse (CI) è stata effettuata sulla base delle eccedenze ai valori di CSC (D.Lgs. 152/06, Allegato 5 al Titolo V, parte quarta, per i terreni ad uso commerciale e industriale - Tabella 1, Colonna B), e per le acque sotterranee (D.Lgs. 152/06, Allegato 5 al Titolo V, parte quarta, Tabella 2).

Le indagini eseguite hanno dimostrato la conformità alle CSC definite dal D.Lgs. 152/06 per tutti i contaminanti ricercati, pertanto non sono stati definiti contaminanti di interesse nei terreni.

Per la definizione dei contaminanti di interesse delle acque di falda sono stati considerati i risultati dei monitoraggi eseguiti nel periodo luglio 2015 ÷ luglio 2016, considerando i risultati delle analisi di contraddittorio eseguite da ARPAT, i cui risultati sono riportati nel documento in **Allegato 01**.

Le analisi condotte da Ramboll, per conto di NP, nel corso dei monitoraggi trimestrali periodici individuano nelle acque sotterranee come contaminanti di interesse o contaminanti indice il Ferro e il Manganese (**Figura 03 e 4**, fuori testo), oggetto del progetto di bonifica approvato.

Inoltre, nonostante la presenza in concentrazione superiore ai limiti di legge di 1,1, Dicloroetilene e Alluminio sia variabile nel tempo e circoscritta a porzioni limitate della falda, sono stati anch'essi inclusi nella presente trattazione. In merito a tali composti si ribadisce che:

- la presenza di 1,1 Dicloroetilene (**Figura 06**, fuori testo) è stata rilevata nei soli piezometri ubicati a monte idraulico del sito e che può essere verosimilmente legata al trasporto della falda che, in funzione della direzione di deflusso delle acque sotterranee ha veicolato questi contaminanti dalle aree esterne fino a raggiungere il confine nord-occidentale del sito;
- l'Alluminio (**Figura 05**, fuori testo) non è correlabile con i processi produttivi condotti nel sito e la presenza in concentrazioni eccedenti potrebbe essere legata agli elevati valori del pH, misurati nella maggior parte dei piezometri nel corso delle diverse campagne di monitoraggio. Da letteratura è noto, infatti, che l'alluminio essendo un elemento anfotero, è solubile per valori di pH sia forte mente acidi che fortemente alcalini.

In applicazione del principio di cautela sono stati inoltre inclusi tra i contaminanti indice i composti rilevati in concentrazione superiore alla CSC da ARPAT, e non rilevati da NP, ossia: PCB, Nichel, Piombo e 1,2-Dibromoetano (Rif. Documento in **Allegato 1**).

In riferimento alle sostanze rilevate soltanto da ARPAT e non da NP, si evidenzia che:

- I PCB e 1,2-Dibromoetano non sono mai stati rilevati in concentrazione superiore alle CSC in nessuno dei piezometri monitorati;
- Piombo e Nichel non fanno parte del set analitico previsto dal piano di campionamento approvato e quindi non sono oggetto di determinazione analitica da parte di NP.

I solfati sono stati invece esclusi tra i contaminanti di interesse in quanto non inclusi nel data base dei parametri chimico-fisici e tossicologici di ISS INAIL e quindi considerati non tossici.

5.2 Geometria delle sorgenti secondarie di contaminazione

In applicazione del principio di precauzione, è stata individuata una sola sorgente estesa, in modo oltremodo conservativo, a tutta l'area di interesse. In tale sorgente è stata ipotizzata la contemporanea copresenza di tutti i contaminanti indice in concentrazione pari alla massima concentrazione riscontrata per ciascuno di essi nel corso dei monitoraggi eseguiti nel periodo luglio 2015 ÷ luglio 2016. La sorgente secondaria di contaminazione è indicata con perimetro rosso nelle Figure in allegato.

5.3 Recettori

I recettori individuati sono i lavoratori del sito che possono essere suddivisi in due sottocategorie, tenendo conto delle attività che saranno svolte nel breve e medio termine:

- (i) lavori civili di risviluppo del sito;
- (ii) attività ordinaria di produzione successiva al risviluppo.

I lavoratori che saranno impegnati nella prima categoria di attività (lavori civili) avranno una permanenza in sito legata alla durata dei lavori che può essere stimata non eccedente 14 mesi, e il turno di lavoro previsto sarà di 8 ore giornaliere.

Diversamente, quelli che saranno impegnati nelle ordinarie attività produttive avranno una permanenza in sito standard (Rif. Criteri metodologici ISPRA), pari a 25 anni, legata all'espletamento delle diverse commesse.

5.4 Analisi dei percorsi di migrazione e vie di esposizione

Considerando le proprietà chimico fisiche dei contaminanti di interesse individuati (Rif. Par. 5.1) e tenendo conto che l'unica sorgente di potenziale contaminazione è stata rilevata nelle acque di falda (Rif. Par. 5.2), le uniche vie di esposizione potenzialmente attive, tali da poter generare rischi sanitari sono:

- il contatto diretto accidentale con le acque sotterranee ovvero il contatto dermico e/o l'ingestione di acqua.
 - Per i lavoratori impegnati in lavori civili, che prevedranno attività di scavo per la realizzazione delle fondazioni delle platee e nella costruzione dei cavidotti interrati e di quanto elencato nella descrizione delle opere, si è considerato che gli scavi possano interessare l'intero spessore di terreno insaturo, anche se tale ipotesi non è supportata dalle ipotesi progettuali, permettendo l'affioramento della falda e l'accumulo di acqua negli scavi più profondi. A scopo cautelativo nel calcolo dell'AdR è stato quindi ipotizzato che un lavoratore addetto alle attività edili possa venire in contatto diretto (dermico) con le acque sotterranee (nelle fasi di scavo manuale, operando all'interno dello scavo o in caso di cadute accidentali). L'ingestione di acque accidentale, è ritenuto uno scenario verosimilmente poco probabile, ma è stato comunque incluso nella valutazione.
Tale percorso è considerato **non attivo** per i lavoratori del sito operanti in condizioni di ordinaria attività produttiva, in quanto la soggiacenza della falda media, misurata nel periodo di riferimento, è pari a 1,5 m e pertanto il percorso di esposizione è interrotto dalla presenza di terreno insaturo dello spessore di 1,5m, nonché dalla presenza di manufatti quali solette in cemento armato. Inoltre, le acque della falda, oggetto di valutazione, non sono utilizzate dal personale operante nel sito né per scopi industriali e tantomeno idropotabili.
- l'inalazione di vapori.
 - Per i lavoratori impegnati nelle lavorazioni civili è stata considerata la sola esposizione in ambienti aperti (outdoor), ipotizzando che sia rimosso il terreno insaturo e che quindi la distanza tra il pelo libero della falda ed il recettore sia praticamente nullo;
 - Per i lavoratori operanti in condizioni di ordinaria attività produttiva, è stato invece considerato che tale percorso sia potenzialmente attivo sia in ambienti aperti (outdoor) che chiusi (indoor) e che la distanza tra la falda ed il lavoratore sia pari alla soggiacenza media della falda, precedentemente indicata (1,5m).

6. PARAMETRIZZAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE

Definito il Modello Concettuale del Sito in tutte le sue componenti, come descritto nel Capitolo precedente, la procedura prevede la definizione dei parametri inclusi nelle equazioni che consentono il calcolo del rischio annesso all'esposizione considerata potenzialmente attiva (contatto dermico e ingestione accidentale di acqua di falda, inalazione dei vapori derivanti dai contaminanti di interesse volatili).

I parametri richiesti dal codice di calcolo utilizzato per la valutazione dei livelli di rischio sono i seguenti:

- Concentrazioni rappresentative dei contaminanti di interesse e dimensioni della sorgente;
- Parametri di esposizione dei recettori;
- Parametri chimico fisici e tossicologici dei contaminanti di interesse.

Nei paragrafi successivi sono descritti i suddetti parametri.

6.1 Concentrazione rappresentativa della sorgente e dimensione della sorgente

Nella tabella che segue, sono riepilogati i contaminanti di interesse considerati nella presente valutazione e le relative concentrazioni rappresentative (CRS) assunte, cautelativamente, pari al valore massimo riscontrato tra ARPAT e Nuovo Pignone nel corso delle campagne eseguite nel periodo di monitoraggio considerato, luglio 2015 ÷ luglio 2016.

Tabella 1-Contaminanti di interesse e concentrazioni rappresentative

CI	CSR (µg/l)	CSR (mg/l)
Ferro	12300	12,3
Manganese	1140	1,14
1,1-Dicloroetilene	0,4	0,0004
Alluminio	12500	12,5
1,2-Dibromometano	0,002	0,000002
PCB	0,027	0,000027
Nichel	31	0,031
Piombo	123	0,123

Nelle **Tabelle 2a** e **2b**, fuori testo, sono riportati i dati analitici di ciascuna campagna di indagine considerata, eseguiti da Ramboll per conto di Nuovo Pignone, mentre in **Allegato 1** sono indicati i risultati delle analisi eseguite da ARPAT in contraddittorio.

La sorgente secondaria per la valutazione dei rischi associati al percorso di esposizione "Inalazione vapori outdoor" è stata assunta pari all'intera area di interesse. L'estensione della sorgente in direzione del vento, non disponendo della rosa dei venti sito dell'area di interesse, è stata quindi assunta pari alla massima estensione della sorgente (pari a 290m, Rif. **Figura 06** fuori testo).

Per la definizione della velocità del vento, sono stati considerati i dati del periodo 2006-2016, osservati presso la stazione meteorologica di Luni – Provasco (Fonte: <http://www.scia.isprambiente.it>). La velocità del vento è stata assunta pari a 1,337m/s, ovvero pari alla minima tra le velocità medie annue, riportata alla quota di 2 m tramite la formula empirica di S.R. Hanna et al. 1982 (ISPRA 2008, pag. 74).

6.2 Parametri dell'esposizione umana

Nella tabella che segue, sono indicati i parametri di esposizione dei recettori definiti nel modello concettuale ossia:

- (i) I lavoratori impegnati nelle opere civili di risviluppo del sito;
- (ii) I lavoratori impegnati nelle attività ordinarie di produzione successive al risviluppo.

Tabella 2: Parametri di esposizione umana

Parametro	Lavoratore impegnato nelle opere civili	Fonte	Lavoratore del sito	Fonte
	Valore		Valore	
Peso corporeo (kg)	70	1	70	1
Tempo medio di esposizione per le sostanze cancerogene	70	1	70	1
Tempo medio di esposizione per le sostanze non cancerogene	25	1	25	1
Tasso Inalazione outdoor (m ² /h)	2,5	2	1,5	2
Tasso Inalazione indoor (m ² /h)	NA	2	0,9	2
Durata esposizione (anni)	1,17 (14 mesi)	2	25	1
Frequenza esposizione (giorni/anno)	250	1	250	1
Superficie pelle esposta (cm ²)	3300	1	3300	1
Tasso di ingestione giornaliera di acqua (l/giorno)	1	1	1	1
1: "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati – rev. 2" - APAT, marzo 2008 2: dato sito-specifico				

I parametri di esposizione dei lavoratori impegnati nelle opere civili di risviluppo, sono propri del recettore delle aree ad uso industriale e commerciale, ma relativi ad un periodo di esposizione breve, ossia coincidente con le tempistiche previste per il completamento delle opere civili.

6.2.1 Parametri chimico-fisici e tossicologici

I parametri chimico fisici e tossicologici, riportati in **Tabella 3**, che segue, sono quelli indicati nella banca dati ISS-INAIL (aggiornata a marzo 2018).

Il parametro "costante di permeabilità", è stato ricavato dal data base della Regione 9, pubblicato dall'Agenzia per la Protezione Ambientale statunitense (U.S.-EPA), aggiornato a maggio 2018.

Tabella 3: Parametri chimico-fisici dei contaminanti d'interesse

Parametri	Volatilità	Peso Molecolare [g/mole]	Costante di Henry [adim.]	Kd /Koc [ml/g]	Solubilità (mg/l)	Pressione di vapore [mm Hg]	Coeff. Diff. Aria [cm ² /sec]	Coeff. Diff. Acqua [cm ² /sec]	ABS [adim.]
Manganese	-	54,94		6,50E+01					1,00E-02
Ferro	-	55,85		2,50E+01					1,00E-02
Nichel	-	58,69		f(pH)=350					1,00E-02
Piombo	-	207,20		9,00E+02					1,00E-02
1,1-Dicloroetilene	✓	96,94	1,07E+00	3,18E+01	2,42E+03	4,95E+02	8,63E-02	1,10E-05	0,1

Parametri	Volatilità	Peso Molecolare [g/mole]	Costante di Henry [adim.]	Kd /Koc [ml/g]	Solubilità (mg/l)	Pressione di vapore [mm Hg]	Coeff. Diff. Aria [cm ² /sec]	Coeff. Diff. Acqua [cm ² /sec]	ABS [adim.]
1,2- Dibromoetano	V	187,86	2,66E-02	3,96E+01	3,91E+03	1,03E+01	4,30E-02	1,04E-05	0,1
Alluminio	-	26,98		1,50E+03					0,01
PCB	-	291,99	1,70E-02	7,81E+04	7,00E-01	5,05E-06	2,43E-02	6,27E-06	0,14

Per l'analita Nichel il parametro "Coefficiente di ripartizione" (Kd) è funzione del pH, pertanto ai fini della sua definizione è stata calcolata la media dei valori di pH registrati nelle acque di falda nel periodo di riferimento considerato (luglio 2015 ÷ luglio 2016), riportati in **Tabella 3**, fuori testo, e pari a 7,48 (-). Il valore del parametro Kd, considerando il pH sopra indicato, è quindi pari a 350 ml/g (Rif. Tab. 7, pag. 12, documento "Banca dati ISS-INAIL - Documento di supporto", ISS, INAIL, Marzo 2018).

I parametri tossicologici utilizzati nel calcolo sono riportati in **Tabella 4**, che segue.

Tabella 4: Parametri tossicologici dei contaminanti d'interesse

Parametri	SF ingestione [mg/kg-giorno] ⁻¹	IUR [µg/m ³] ⁻¹	RfD ingest. [mg/kg-d]	RfC [mg/m ³]	Costante permeabilità (cm/h)
Manganese	-	-	1,40E-01	5,00E-05	1,0E-03
Ferro	-	-	7,0E-01		1,0E-03
Nichel	-	2,60E-04	2,00E-02	9,00E-05	
Piombo	8,50E-03	1,20E-05	3,50E-03		
1,1-Dicloroetilene	-	-	5,00E-02	2,00E-01	
1,2- Dibromoetano	2,00E+00	6,00E-04	9,00E-03	9,00E-03	
Solfati	-	-			
Alluminio	-	-	1,0E+00	5,00E-03	
PCB	2,00E+00	5,70E-04	-	-	

6.2.2 Modelli di calcolo utilizzati e non inclusi nel software Risknet 2.1

Ai fini della definizione dei rischi connessi ai percorsi di esposizione non implementati dal software Risk net 2.1, ossia contatto dermico e ingestione delle acque di falda, sono state applicate le equazioni di calcolo di seguito indicate. I calcoli eseguiti applicando le seguenti equazioni, sono riportate nel file XLS in **Allegato 02**.

Contatto dermico con l'acqua di falda

Il rischio non cancerogeno (HI) associato al contatto dermico con l'acqua di falda è dato dal seguente rapporto:

$$HI = CADD / RfD$$

In cui:

CADD=dose di esposizione

RfD=Dose di riferimento per la specie chimica

Il Coefficiente CADD è dato dalla seguente espressione:

$$CADD = \frac{C \times SA \times AAF \times ET \times PC \times EF}{BW \times 365 \frac{d}{anno}} \times 10^{-3} \frac{1}{cm^3}$$

Dove:

C= concentrazione del contaminante (mg/l);

SA=Superficie pelle esposta (cm²)

AAF= Coefficiente di assorbimento acqua –dermico (adim);

ET= Tempo di esposizione (h/g);

PC=Costante di permeabilità specifica dell'analita (cm/h);

EF=frequenza di esposizione (eventi/anno);

BW= peso corporeo (kg)

Il rischio cancerogeno (R) associato al contatto dermico con l'acqua di falda è dato dalla seguente equazione:

$$R = LADD \times SF$$

In cui:

CADD=dose di esposizione

SF=Slope Factor per la specie chimica.

Il Coefficiente LCADD è dato dalla seguente espressione:

$$LADD = \frac{C_{max} \times SA \times AAF \times ET \times PC \times EF \times ED}{LT \times BW \times 365 \frac{d}{yr}} \times 10^{-3} \frac{l}{cm^3}$$

Dove:

LT=Tempo di esposizione a sostanze cancerogene (70 anni)

ED= Durata di esposizione (anni)

Ingestione di acqua di falda

Il rischio non cancerogeno (HI) associato all'ingestione con l'acqua di falda è dato dal seguente rapporto

$$HI = (E \cdot C) / RfD$$

Il coefficiente E (dose di esposizione) è dato dalla seguente espressione:

$$E = \frac{EF \times ED \times IR}{BW \times ATn \times 365} \frac{d}{yr}$$

In cui:

EF= frequenza di esposizione (eventi/anno);

ED= Durata esposizione (anni)

IR=Quantità di acqua ingerita (l/d)

BW= peso corporeo (kg)

ATn= tempo di esposizione medio a sostanze non cancerogene

Il rischio cancerogeno (R) associato all'ingestione con l'acqua di falda è dato dal seguente rapporto

$$R = \frac{C \times SF \times EF \times ED \times IR}{BW \times ATc \times 365} \frac{d}{yr}$$

Dove:

ATc= tempo di esposizione medio a sostanze cancerogene (70 anni)

7. RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO

La valutazione del rischio per la salute dei lavoratori impegnati nelle opere civili di risviluppo, è stata elaborata mediante verifica in modalità diretta (forward mode) delle concentrazioni rappresentative delle sorgenti individuate nelle acque sotterranee per gli scenari di esposizione applicabili a ciascuna tipologia di recettore in funzione delle lavorazioni previste.

Per i lavoratori del sito impegnati nelle lavorazioni ordinarie non sono state eseguite valutazioni di rischio in quanto per essi non sono attivi percorsi di esposizioni tali da poter determinare rischio sanitario.

Nelle **Tabelle 5 e 6**, sono riassunti i valori dell'indice di Rischio HQ (Hazard Quotient) e del Rischio Cancerogeno (R) per i contaminanti indice, determinati per le due tipologie di lavoratori.

Tabella 5: Sintesi dei rischi calcolati per ciascun contaminante d'interesse-Contatti diretti

Via di esposizione		Ingestione di acqua		Contatto dermico	
Recettore		lavoratore impegnato nelle opere civili		lavoratore impegnato nelle opere civili	
Target Rischio		HQ < 1	R<10 ⁻⁶	HQ < 1	R<10 ⁻⁶
Contaminante d'interesse	Concentrazione rappresentativa (mg/l)				
Manganese	1,0E-03	3,73E-03	-	2,10E-05	0,00E+00
Ferro	1,0E-03	8,05E-03	-	4,54E-05	0,00E+00
1,2-dibromoetano	2,8E-03	1,02E-07	6,54E-10	1,60E-08	4,80E-12
1,1-dicloroetilene	1,2E-02	3,66E-06	-	2,42E-06	0,00E+00
PCB	5,5E-01	-	6,54E-10	-	1,32E-09
Nichel	2,0E-04	7,10E-04	-	8,01E-07	0,00E+00
Piombo	1,0E-04	1,61E-02	1,71E-07	9,08E-06	4,51E-12
Alluminio	1,0E-03	5,72E-03	-	3,23E-05	0,00E+00
Rischio cumulato		2,86E-02	1,72E-07	7,87E-05	1,33E-09
Rischio accettabile		1	10⁻⁵	1	10⁻⁵

Tabella 6: Sintesi dei rischi calcolati per ciascun contaminante d'interesse-Inalazione vapori

Via di esposizione		Inalazione outdoor				Inalazione indoor	
Recettore		<i>lavoratore impegnato nelle opere civili</i>		<i>lavoratore ordinario</i>		<i>lavoratore ordinario</i>	
Target Rischio individuale		R<10 ⁻⁶	HQ < 1	R<10 ⁻⁶	HQ < 1	R<10 ⁻⁶	HQ < 1
Contaminante d'interesse	Concentrazione rappresentativa (mg/l)						
Ferro	1,23E+01	---	---	---	---	---	---
Manganese	1,14E+00	---	---	---	---	---	---
Piombo	1,23E-01	---	---	---	---	---	---
Nichel	3,10E-02	---	---	---	---	---	---
Alluminio	1,25E+01	---	---	---	---	---	---
PCB	2,00E-06	4,88E-10	---	2,90E-11	---	2,60E-11	---
1,1-Dicloroetilene	4,00E-04	---	6,17E-04	---	5,92E-06	---	1,64E-05
1,2-Dibromometano	2,00E-06	9,34E-10	3,70E-06	6,01E-11	3,12E-08	7,10E-11	3,68E-08
Rischio cumulato		1,42E-09	6,21E-04	8,92E-11	5,95E-06	9,71E-11	1,65E-05
Rischio cumualto accettabile		10⁻⁵	1	10⁻⁵	1	10⁻⁵	1

Come di evince dalle tabelle precedenti i rischi cancerogeni e non (R e HQ) associati alle concentrazioni rilevate nelle acque di falda dei composti di interesse sono inferiori ai rischi target accettabili (sia individuali che cumulati) (HI<1, R<10⁻⁶, R_{cum}<10⁻⁵).

Considerato quanto sopra non esistono condizioni tali da dover prevedere il un piano di monitoraggio dell'area ambiente (indoor/outdoor).

Tabella 01: Livelli freaticometrici luglio 2015 ÷ luglio 2016

ID PIEZOMETRO	Quota b.p. s.l.m. [m]	soggiacenza [m da b.p.]													
		10/06/2015	01/07/2015	27/07/2015	13/08/2015	26/08/2015	Settembre 2015		Ottobre 2015		Novembre 2015	11/12/2015	18/01/2016	28/01/2016	
CW01	2,42	1,34	1,75	2,00	1,96	1,61	1,88	1,88	1,79	1,41	1,72	1,98	1,28	1,44	
CW02	2,52	1,52	1,78	2,09	2,04	1,69	1,90	1,91	1,84	1,42	1,78	2,01	1,34	1,49	
CW03	2,45	1,42	1,68	1,92	2,00	1,41	1,72	1,90	1,78	1,28	1,75	2,02	1,27	1,52	
CW04	2,40	1,47	1,67	2,00	1,98	1,56	1,77	1,85	1,73	1,31	1,67	1,93	1,24	1,40	
CW05	2,49	1,78	1,85	1,83	1,81	1,91	2,01	1,96	1,73	1,50	1,64	1,72	1,24	1,34	
CW06	2,59	1,85	1,96	2,17	2,02	1,99	2,11	2,00	1,80	1,51	1,76	1,90	1,39	1,45	
CW07	2,64	1,87	1,92	2,14	2,03	2,00	2,13	2,05	1,85	1,46	1,69	1,90	1,42	1,38	
CW08	2,59	1,72	1,96	2,11	2,00	1,98	2,08	2,04	1,83	1,50	1,77	1,91	1,36	1,43	
CW09	2,46	1,55	1,68	1,78	1,78	1,71	1,81	1,82	1,55	1,22	1,47	1,60	1,03	1,17	
CW10	2,49	1,57	1,67	1,70	1,79	1,71	1,83	1,84	1,57	1,24	1,49	1,63	1,07	1,18	

analița	u.m.	CSC	CW01			CW02			CW03			CW04			CW05			CW06			CW07			CW08		
			30/07/2015	07/10/2015	19/01/2016	29/07/2015	08/10/2015	19/01/2016	28/07/2015	08/10/2015	19/01/2016	29/07/2015	07/10/2015	21/01/2016	29/07/2015	07/10/2015	21/01/2016	30/07/2015	06/10/2015	21/01/2016	29/07/2015	06/10/2015	21/01/2016			
Dieldrin	µg/l	0,03	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			
PCB	µg/l	0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PCB 77	µg/l	-																								
PCB 81	µg/l	-																								
PCB 105	µg/l	-																								
PCB 114	µg/l	-																								
PCB 118	µg/l	-																								
PCB 123	µg/l	-																								
PCB 126	µg/l	-																								
PCB 156	µg/l	-																								
PCB 157	µg/l	-																								
PCB 167	µg/l	-																								
PCB 169	µg/l	-																								
PCB 189	µg/l	-																								
WHO (1998)-PCB-TEQ Incl. LOQ	µg/l	10000																								
PCB-dioksina similii TEQ (2005) con LOQ	µg/l	-																								
SOMMA DLPCBs	µg/l	-															16,2									
(202) 2,2',3,3',5,5',6,6'-OctaCB	µg/l	-															<4									
(205) 2,3,3',4,4',5,5',6'-OctaCB	µg/l	-															<4									
(206) 2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonarCB	µg/l	-															<4									
(208) 2,2',3,3',4,5,5',6,6'-NonarCB	µg/l	-															<4									
(209) DecaCB	µg/l	-															<4									
(1) 2-MonoCB	µg/l	-															10,5									
(3) 4-MonoCB	µg/l	-															17,9									
(4) 2,2'-DiCB	µg/l	-															8,1									
(15) 4,4'-DiCB	µg/l	-															7,1									
(19) 2,2',6'-TriCB	µg/l	-															<4									
(37) 3,4,4'-TriCB	µg/l	-															5									
(104) 2,2',4,6,6'-PentaCB	µg/l	-															<4									
(155) 2,2',4,4',6,6'-EsaCB	µg/l	-															<4									
(188) 2,2',3,4',5,6,6'-EptaCB	µg/l	-															<4									
(180) 2,2',3,4',4',5,5'-EptaCB	µg/l	-															22,2									
PCBs WHO-TEQ (L.B.)	µg/l	-															0,00049									
(170) 2,2',3,3',4,4',5-EptaCB	µg/l	-															11,5									
(54) 2,2',6,6'-TetraCB	µg/l	-															<4									
Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	µg/l	350	<10	<50	<50	<10	<50	<10	<50	<50	<50	<10	<50	<50	<10	<50	<50	<10	<50	<10	<50	67				
DRO (come n-esano)	µg/l	-	<5	<30	<30	<5	<30	<5	<30	<30	<30	<5	<30	<30	<5	<30	<30	<5	<30	<5	<30	67				

analita	u.m.	CW01			CW02			CW03			CW04			CW05			CW06			CW07			CW08		
		30/07/2015	07/10/2015	19/01/2016	29/07/2015	08/10/2015	19/01/2016	28/07/2015	08/10/2015	19/01/2016	30/07/2015	08/10/2015	19/01/2016	29/07/2015	07/10/2015	21/01/2016	29/07/2015	07/10/2015	21/01/2016	30/07/2015	06/10/2015	21/01/2016	29/07/2015	06/10/2015	21/01/2016
GRO (come n-esano)	µg/l	<5	<50	<50	<5	<50	<50	<5	<50	<50	<5	<50	<50	<5	<50	<50	<5	<50	<50	<5	<50	<50	<5	<50	<50
MonocB TOTALI	pg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DicB TOTALI	pg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TriCB TOTALI	pg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TetracB TOTALI	pg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PentacB TOTALI	pg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EsacB TOTALI	pg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EpiaCB TOTALI	pg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OctacB TOTALI	pg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NonacB TOTALI	pg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

analita	u.m.	CW09			CW10			CW11			CW12			CW13			CW14			CW15			CW16			E01		
		28/07/2015	07/10/2015	20/01/2016	30/07/2015	06/10/2015	20/01/2016	28/07/2015	07/10/2015	20/01/2016	28/07/2015	06/10/2015	20/01/2016	30/07/2015	07/10/2015	19/01/2016	30/07/2015	06/10/2015	19/01/2016	28/07/2015	09/10/2015	19/01/2016	28/07/2015	07/10/2015	19/01/2016	30/07/2015	08/10/2015	20/01/2016
BOD 5	mg/l	28	<5	<5	15	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
COD (chemical oxygen demand)	mg/l	95,1	18,6	<5	38,1	13,3	<5	10,7	15	<5	<5	<5	<5	8,3	10,1	<5	16	<5	16,6	<5	10,8	<5	13,5	15,7	<5	12,8	15,1	<5
Carbono organico totale (TOC)	mg/l	6,3	6,5	<1	<0,3	9,3	<1	5,1	5,4	1,5	<0,3	6,2	1	<0,3	2,6	1,1	<0,3	<1	<0,3	<0,3	1,5	<1	<0,3	3,5	<1	<0,3	11,1	<1
Conte batteri aerobi sterofili	UFC/ml	22		62	7000	25	33	690		52	8500	24	18		1400	88	17300	210	11	330	<20	<20	33,8	28	<20	64,1	22	<20
Alluminio	µg/l	56,3	40	<20	44,2	<20	25	645,9	<20	<20	<20	<20	<20	0,6	0,53	<20	67,3	<20	<20	<0,1	0,64	<0,5	<0,1	1,22	0,61	<0,1	<0,5	<0,5
Antimonio	µg/l	<0,1	0,96	<0,5	<0,1	<0,5	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	60,9	<10	<10	<0,1	<0,1	<10	15,8	<10	<10	9,3	11,7	<10	1	<10	<10
Ferro	µg/l	200	9,4	157	<10	<10	<10	23,8	<10	42	49,2	33,2	29,4	4,1	1,09	<10	<10	<10	<1	1,3	<10	44	1,5	2,04	6,2	<10	2,87	1,2
Manganese	µg/l	50	<1,0	215	<1,0	166	43	1,2	<1	278	442,9	670	750	4,1	1,09	<10	<10	<10	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,1	<0,5	<0,5	<0,1	<0,5	<0,5
Tallio	µg/l	2	<0,1	<0,5	<0,1	<0,5	<0,5	<0,1	<0,5	<5	<0,1	<0,5	<0,5	<0,1	<0,5	<0,5	<0,1	<0,5	<0,1	<0,1	<0,5	<5	<5	<5	<0,005	<5	<5	<5
Cianuri liberi	mg/l	50	<0,005	<5	<0,005	<5	<5	<0,005	<5	<5	<0,005	<5	<5	<0,005	<5	<5	<0,005	<5	<0,005	<0,005	<5	<5	<0,005	<5	<5	<0,005	<5	<5
Solfati	mg/l	250	123,989	114	102	129	68	69,76	96	107	86,7	70	54	32,9	4,19	1,44	66,463	64	68	174,9	163	104	107,4	14,99	70	215,7	111	52
Nitrati	mg/l	-	1,2	2,7	<0,89	1,7	<0,89	0,89	4,5	1,06	<0,89	0,4	<0,89	3,85	5,2	3,12	<0,89	0,4	0,98	0,4	2,29	<0,89	0,4	6,57	<0,89	2,5	21,7	11,27
Clorometano	µg/l	1,5	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05
Tridrometano	µg/l	0,15	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05
Cloruro di vinile	µg/l	0,5	<0,05	<0,05	<0,139	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,46	0,171	0,21	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloroetano	µg/l	3	<0,1	<0,05	0,054	<0,1	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05
1,1-Dicloroetano	µg/l	0,05	<0,005	0,128	0,4	0,048	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05	0,046	0,051	0,059	<0,005	<0,05	<0,05	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,005	<0,05	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05
Tricloroetilene	µg/l	1,5	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05
Tetracloroetilene	µg/l	1,1	0,16	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05

analița	u.m.	CSC	E03			E04	E13			E17			PB01			PB02		PM01			PM02			PM03		
			29/07/2015	08/10/2015	21/01/2016	30/07/2015	28/07/2015	07/10/2015	19/01/2016	28/07/2015	07/10/2015	22/01/2016	31/07/2015	06/10/2015	20/01/2016	06/10/2015	20/01/2016	30/07/2015	08/10/2015	19/01/2016	29/07/2015	06/10/2015	21/01/2016	29/07/2015	08/10/2015	20/01/2016
Dieldrin	µg/l	0,03	<0,001	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB	µg/l	0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB 77	µg/l	-																					<4	<36		
PCB 81	µg/l	-																				<4	<4,8			
PCB 105	µg/l	-																				<4	<79			
PCB 114	µg/l	-																				<4	<9,5			
PCB 118	µg/l	-																				11,5	<280			
PCB 123	µg/l	-																				<4	<8,1			
PCB 126	µg/l	-																				<4	<44			
PCB 156	µg/l	-																				<4	<6,3			
PCB 157	µg/l	-																				<4	<22			
PCB 167	µg/l	-																				<4	<24			
PCB 169	µg/l	-																				<4	<8,1			
PCB 189	µg/l	-																					0,78			
WHO (1998)-PCB-TEQ Incl. LOQ	µg/l	10000																					1,21			
PCB-dioxina simili TEQ (2005) con LOQ	µg/l	-																								
SOMMA DPCBs	µg/l	-																				11,5				
(202) 2,2',3,3',5,5',6,6'-OctaCB	µg/l	-																				<4				
(205) 2,3',4,4',5,5',6'-OctaCB	µg/l	-																				<4				
(206) 2,2',3,3',4,4',5,5',6'-NonacB	µg/l	-																				<4				
(208) 2,2',3,3',4,4',5,5',6,6'-NonacB	µg/l	-																				<4				
(209) DecaCB	µg/l	-																				<4				
(1) 2-MonoCB	µg/l	-																				<4				
(3) 4-MonoCB	µg/l	-																				28,6				
(4) 2,2'-DiCB	µg/l	-																				7,5				
(15) 4,4'-DiCB	µg/l	-																				8,9				
(19) 2,2',6'-TriCB	µg/l	-																				<4				
(37) 3,4,4'-TriCB	µg/l	-																				<4				
(104) 2,2',4,6,6'-PentaCB	µg/l	-																				<4				
(155) 2,2',4,4',5,6'-EsaCB	µg/l	-																				<4				
(188) 2,2',3,4',5,6,6'-EptaCB	µg/l	-																				15,7				
(180) 2,2',3,4,4',5,5'-EptaCB	µg/l	-																				0,00035				
PCBs WHO-TEQ (L.B.)	µg/l	-																				16,2				
(170) 2,2',3,3',4,4',5-EptaCB	µg/l	-																				<4				
(54) 2,2',6,6'-TetraCB	µg/l	-																								
Indoarbuti totali (espressi come n-esano)	µg/l	350	<10	<50	<50	<10	<50	<50	<50	<10	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<10	<50	<50	<10	<50	<50	<50	<50	<50
DRO (come n-esano)	µg/l	-	<5	<30	<30	<5	<30	<30	<30	<5	<30	<30	<5	<30	<30	<30	<30	<5	<30	<30	<5	<30	<30	<30	<30	<30

[illegible]

anallita	u.m.	CSC	CW14		CW15		CW16		E01		E03		E04		E13		E17		PB01		PB02		PM01		PM02		PM03	
			19/04/2016	20/07/2016	19/04/2016	20/07/2016	19/04/2016	20/07/2016	19/04/2016	20/07/2016	20/04/2016	20/07/2016	20/04/2016	20/07/2016	20/04/2016	20/07/2016	21/04/2016	22/07/2016	21/04/2016	22/07/2016	19/04/2016	19/07/2016	21/04/2016	20/07/2016	01/04/2016	19/07/2016		
BOD 5	mg/l	-	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
COD (chemical oxygen demand)	mg/l	-	<5	<5	48,9	<5	5,4	<5	<5	<5	8,6	<5	16,5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
Catone organico totale (TOC)	mg/l	-	<1	<1	<1	1	1	1	1	<1	2,7	4,5	1,3	<1	1,5	1,5	<1	<1	1,4	1,2	1,5	1,1	2	1,4	<1	<1	<1	
Coma batteri aerobi sterotitoli	UFC/1 ml	-									67		73	190	45	46	5	5	140	480	<1	240	46	10	5	6	8	
Alluminio	µg/l	200	26	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
Antimonio	µg/l	5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Ferro	µg/l	200	13,6	14,7	<10	<10	<10	<10	11	21,6	199	<10	<10	<10	1010	299	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Manganese	µg/l	50	1,7	<1	9,2	38,9	18,7	109	8,8	<1	870	1140	<1	<1	529	427	103	186	111	129	5,2	2,7	193	187	3,06	1,7	98	
Tallio	µg/l	2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Clanuri liberi	µg/l	50	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
Solfati	mg/l	250	68	70	79	90	69	61	70	65	18,4	19,5	46,9	37,6	33,1	32,9	59	67	137	137	97	103	165	117	54	23,4	55	
Nitrati	mg/l	-	2,86	1,89	1,28	<0,89	<0,89	<0,89	5,1	4,6	<0,89	<0,89	16	7,2	<0,89	<0,89	1,73	2,36	<0,89	<0,89	1,94	2,09	<0,89	<0,89	1,74	2,34	1,15	
Clorometano	µg/l	1,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Triclorometano	µg/l	0,15	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Cloruro di Vinile	µg/l	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,134	0,156	0,31	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,2-Dicloroetano	µg/l	3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,1-Dicloroetilene	µg/l	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,059	0,086	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Tricloroetilene	µg/l	1,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,151	0,145	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Tetracloroetilene	µg/l	1,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,069	0,071	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Esaclorobutadiene	µg/l	0,15	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Composti Allilatici cancerogeni totali	µg/l	10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,134	0,215	0,396	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,22	0,216	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,1-Dicloroetano	µg/l	810	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,2-Dicloropropano	µg/l	0,15	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,1,2-Tricloroetano	µg/l	0,2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
1,1,2,2-Tetracloropropano	µg/l	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,2-Dicloroetilene	µg/l	60	1,449	1,082	7,609	12,453	18,934	25,04	1,183	0,8	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,092	0,079	0,141	0,132	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Bromofornio	µg/l	0,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
	µg/l		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	

Tabella 3: pH acque di falda luglio 2015 ÷ luglio 2016

Piezometro/pozzo	data	pH	Temperatura	Conducibilità elettrica specifica	Ossigeno disciolto (O2)	Redox (ORP)	Redox (SHE)
			[°C]	[µS/cm]	[mg/l]	[mV]	[mV]
CW01	30 lug 2015	8,08	19,52	0,667	7,01	95	294,86
	07 ott 2015	8,75	20,6	0,1407	6,47	73,8	272,73
	19 gen 2016	7,85	17,56	317,9	3,16	160	361,53
CW02	29 lug 2015	8,02	18,75	0,839	9,17	113	313,52
	08 ott 2015	8,17	20,1	0,0958	5,5	122,8	322,16
	19 gen 2016	7,94	18,18	555,9	1,57	181	382
CW03	28 lug 2015	7,82	18,74	0,665	14,58	146	346,52
	08 ott 2015	7,22	18,3	0,631	2,44	152,2	353,1
	19 gen 2016	7,69	18,42	830,8	9,97	161	361,8
CW04	30 lug 2015	7,89	18,92	0,841	7,19	89	289,37
	08 ott 2015	7,14	20,6	0,662	3,28	1651	364,03
	19 gen 2016	7,50	18,43	769,1	7,9	185	385,79
CW05	29 lug 2015	8,05	20,27	0,668	7,86	65	264,22
	07 ott 2015	7,21	22,1	0,639	6,55	129	326,64
	21 gen 2016	7,38	18,06	906,9	4,34	109	310,1
CW06	29 lug 2015	7,88	24,91	0,65	3,56	60	255,19
	07 ott 2015	8,86	24	0,0974	7,26	85,8	281,79
	21 gen 2016	7,53	20,1	620,4	8,74	115	314,36
CW07	30 lug 2015	8,13	20,8	0,698	1,68	82	280,76
	06 ott 2015	7,20	19,3	0,673	7,13	112,6	312,65
	21 gen 2016	7,71	19,5	694,4	10,93	119,7	319,58
CW08	29 lug 2015	8,59	22,32	0,189	1,71	-181	16,45
	06 ott 2015	8,18	22,07	0,0734	5,06	-50,3	147,37
	21 gen 2016	7,78	19,3	228,5	2,94	101	301,05
CW09	28 lug 2015	7,75	17,81	0,636	5,81	105	306,32
	07 ott 2015	6,94	19,2	0,3283	0,36	75,4	275,53
	20 gen 2016	7,51	17,47	585,9	0,49	128	329,6
CW10	30 lug 2015	7,84	18,2	0,635	6,64	97	297,98
	06 ott 2015	6,97	18,4	0,572	0,88	115,8	316,61
	20 gen 2016	7,42	17,64	539,3	1,87	112	313,46
CW11	28 lug 2015	7,81	17,74	0,2	8,08	76	277,37
	07 ott 2015	7,00	18	0,4155	4,26	120,9	322,05
	20 gen 2016	7,64	17,35	452,1	3,34	134	335,7
CW12	28 lug 2015	7,62	17,64	0,684	5,87	40	241,46
	06 ott 2015	7,18	18	0,4456	0,27	-0,2	200,95
	20 gen 2016	7,41	17,05	498,7	0,25	107	308,96
CW13	30 lug 2015	7,63	17,85	0,374	6,85	93	294,28
	07 ott 2015	7,71	19	0,0976	8,1	111,5	311,8
	19 gen 2016	8,35	17,91	71,1	9,03	133	334,23
CW14	30 lug 2015	7,81	18,75	0,483	6,92	73	273,52
	09 ott 2015	7,13	18,3	0,4192	5,38	181,5	382,4

Piezometro/pozzo	data	pH	Temperatura	Conducibilità elettrica specifica	Ossigeno disciolto (O2)	Redox (ORP)	Redox (SHE)
			[°C]	[µS/cm]	[mg/l]	[mV]	[mV]
	19 gen 2016	7,63	15,97	413,1	3,65	153	355,87
CW15	28 lug 2015	7,67	17,98	0,718	4,93	96	297,17
	09 ott 2015	7,80	17	0,274	6,84	180,4	382,4
	19 gen 2016	7,52	17,19	549,1	0,31	129	330,84
CW16	28 lug 2015	7,41	17,93	0,64	3,9	84	285,21
	07 ott 2015	7,99	17,9	0,1553	8,02	97	298,24
	19 gen 2016	7,45	17,64	538,2	0,95	136	337,46
E01	30 lug 2015	7,81	18,33	0,737	3,03	98	298,87
	08 ott 2015	6,80	17,8	0,615	2,62	121,5	322,82
	20 gen 2016	7,33	17,25	539,2	2,86	133	334,79
E03	29 lug 2015	7,20	18,59	0,643	1,92	-5	195,65
	08 ott 2015	6,64	19,3	0,591	0,42	46,8	246,85
	21 gen 2016	7,21	18,07	617	0,22	129	330,09
E04	30 lug 2015	7,47	18,66	0,61	5,6	133	333,59
E13	28 lug 2015	7,57	19,52	0,768	3,74	-172	27,86
	07 ott 2015	6,92	19,7	0,591	0,25	-62,1	137,6
	19 gen 2016	7,44	18,96	678,4	0,2	-88	112,34
E17	28 lug 2015	7,49	19,23	0,69	2,14	9	209,11
	07 ott 2015	6,92	19,2	0,59	0,32	132	332,13
	22 gen 2016	7,03	19,3	584,3	0,44	105	305,05
PB01	31 lug 2015	7,52	18,88	1,058	9,34	117	317,41
	20 gen 2016	7,53	15,05	704	3,5	144	347,64
PB02	20 gen 2016	7,49	15,87	636	6,73	142	344,95
PM01	30 lug 2015	7,74	18,49	1,025	12,39	92	292,74
	08 ott 2015	7,19	18,7	0,702	0,72	114,9	315,46
	19 gen 2016	7,63	18,67	735,1	0,53	183	383,58
PM02	29 lug 2015	7,52	17,9	0,579	2,74	40	241,24
	06 ott 2015	7,20	17,4	0,4716	10,67	118,1	319,76
	21 gen 2016	7,67	17,07	487,4	11,88	116	317,94
PM03	29 lug 2015	7,84	17,2	0,613	0,25	100	301,83
	08 ott 2015	7,01	19,4	0,629	0,4	101,5	301,46
	20 gen 2016	7,42	17,3	483,3	0,36	144	345,75
CW01	19 apr 2016	7,68	18,03	373	3,15	130	331,13
	19 lug 2016	7,31	18,21	473	4,73	98	298,98
CW02	19 apr 2016	7,55	17,56	817	3,09	-16	185,53
	19 lug 2016	7,19	17,82	789	3,54	23	224,31
CW03	22 apr 2016	7,73	18,1	808	11,57	126	327,07
	19 lug 2016	7,22	19,08	838	10,3	77	277,23
CW04	22 apr 2016	7,55	18,68	779	8,76	121	321,58
	19 lug 2016	7,04	19,08	800	8,3	101	301,23
CW05	21 apr 2016	7,62	18,87	831	8,8	123	323,41
	21 lug 2016	6,99	20,26	1042	9,03	189	388,23
CW06	21 apr 2016	7,38	18,85	757	9,53	119	319,43
	21 lug 2016	7,03	19,07	727	10,28	214	414,24

Piezometro/pozzo	data	pH	Temperatura	Conducibilità elettrica specifica	Ossigeno disciolto (O2)	Redox (ORP)	Redox (SHE)
			[°C]	[µS/cm]	[mg/l]	[mV]	[mV]
CW07	21 apr 2016	7,76	21,22	658	8,62	105	303,4
	21 lug 2016	7,24	19,82	675	10,89	191	390,6
CW08	21 apr 2016	7,56	18,57	518	0,98	40	240,67
	21 lug 2016	7,51	20,01	646	0,54	114	313,44
CW09	20 apr 2016	7,44	18,76	626	6,55	101	301,51
	21 lug 2016	7,04	17,66	683	7,8	210	411,44
CW10	20 apr 2016	7,43	25,83	495	5,08	97	291,39
	21 lug 2016	7,11	18,04	558	7,57	204	405,12
CW11	20 apr 2016	7,35	17,29	526	7,87	99	300,76
	21 lug 2016	7,06	17,35	647	4,5	140	341,7
CW12	20 apr 2016	7,32	16,288	607	0,39	31	233,6
	21 lug 2016	6,98	16,91	685	0,8	64	266,08
CW13	19 apr 2016	7,61	17,91	439	3,8	75	276,23
	20 lug 2016	7,28	17,8	205	3,23	110	311,32
CW14	19 apr 2016	7,44	18,07	465	5,77	84	285,09
	20 lug 2016	7,17	17,49	483	3,36	102	303,59
CW15	19 apr 2016	7,41	17,78	516	4,03	27	228,34
	20 lug 2016	7,56	17,34	475	0,41	124	325,71
CW16	19 apr 2016	7,24	17,25	537	1,13	71	272,79
	20 lug 2016	7,75	17,53	515	0,3	58	259,55
E01	20 apr 2016	7,32	17,22	621	5,74	122	323,81
	20 lug 2016	6,93	17,41	639	1,42	138	339,65
E03	20 apr 2016	7,12	18,7	653	0,37	15	215,56
	20 lug 2016	6,82	18,77	733	0,37	-38	162,5
E04	20 apr 2016	7,04	18,01	651	1,31	127	328,15
	19 lug 2016	6,75	18,08	578	1,21	159	360,09
E13	20 apr 2016	7,33	19,44	782	0,42	-102	97,93
	19 lug 2016	7,45	19,58	835	0,36	-112	87,81
E17	21 apr 2016	7,27	17,68	668	0,37	119	320,43
	20 lug 2016	7,14	18,14	716	0,36	65	266,03
PM01	19 apr 2016	7,60	18,35	818	0,35	110	310,86
	19 lug 2016	7,37	19,23	791	0,5	67	267,11
PM02	21 apr 2016	-	16,98	568	0,47	97	299,02
	20 lug 2016	-	18,25	237	7,71	86	286,94
PM03	22 apr 2016	7,41	17,3	555	3,27	120	321,75
	19 lug 2016	7,27	17,63	643	0,33	72	273,47



Legenda



Limite area COSM

[illegible]

RAMBOLL

Ramboll Italy Srl
a Ramboll, Inc. Company
www.ramboll.com

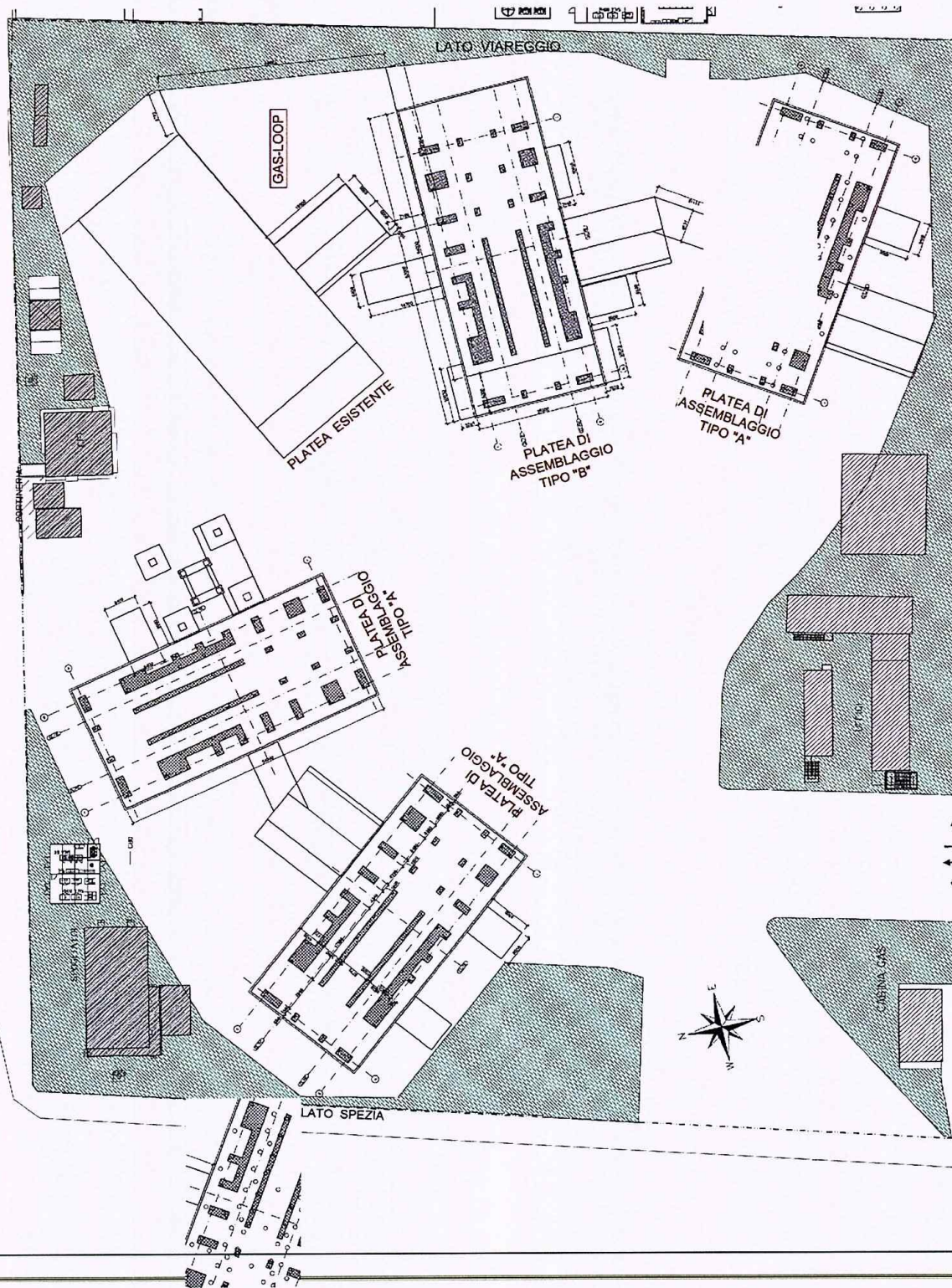
CLIENTE:
**BAKER
HUGHES**
a GE company

SITO: Avenza (MS)

PROGETTO: SCIA Area Yard

FIGURA: 01

Foto aerea
dell'area di intervento



20/02/2019
 Data
 0
 Rev.
 Prima emissione
 Descrizione
 LSA
 RICA
 Redatto Verificato Approvato
 Via Montebello Maggiori, 50
 00143 Roma
 +39 06 4521440 Tel.
 +39 06 45214499 Fax
 Vale E. Jemec S3
 a Ramboll, Inc. Company
 www.ramboll.com
 +39 02 0062091 Tel.
 +39 02 0062090 Fax

RAMBOLL
 Ramboll Italy Srl
 a Ramboll, Inc. Company
 www.ramboll.com
CLIENTE:
BAKER
HUGHES
 SITO: Avenza (MS)
 PROGETTO: SCIA Area Yard
 FIGURA: 02

Layout opere civili
(fonte Nuovo Pignone)



Legenda

Classi di concentrazione [$\mu\text{g/l}$]

- < l.r.
● < 50,0 (CSC D.Lgs. 152/2006)
● 50,1 - 100,0
● 100,1 - 250,0
● 250,1 - 500,0
● 500,1 - 1140

Confine di stabilimento

Aprile 2016

—Luglio 2016

[illegible]

Legenda

Classi di concentrazione $\mu\text{g/l}$

< l.r.

< 200,0 (CSC D.Lgs. 152/2006)

200,1 - 400,0

400,1 - 1000,0

1000,1 - 2000,0

2000,1 - 12300,0

Confine di stabilimento

Aprile 2016

Luglio 2016

Data	0	10/06/2019	Descrizione	PIÙ	Redatto	Verificato	Approvato	RSB

RAMBOLL

Ramboll Italy Srl
a Ramboll, Inc. Company
www.ramboll.com

Via Martore Maggini, 50
20159 Milano
+39 02 4521440 Tel.
+39 02 45214499 Fax

Viale E. Jenner, 53
20159 Milano
+39 02 4521440 Tel.
+39 02 00539900 Fax

CLIENTE: BMGE

SITO: Avenza (MS)

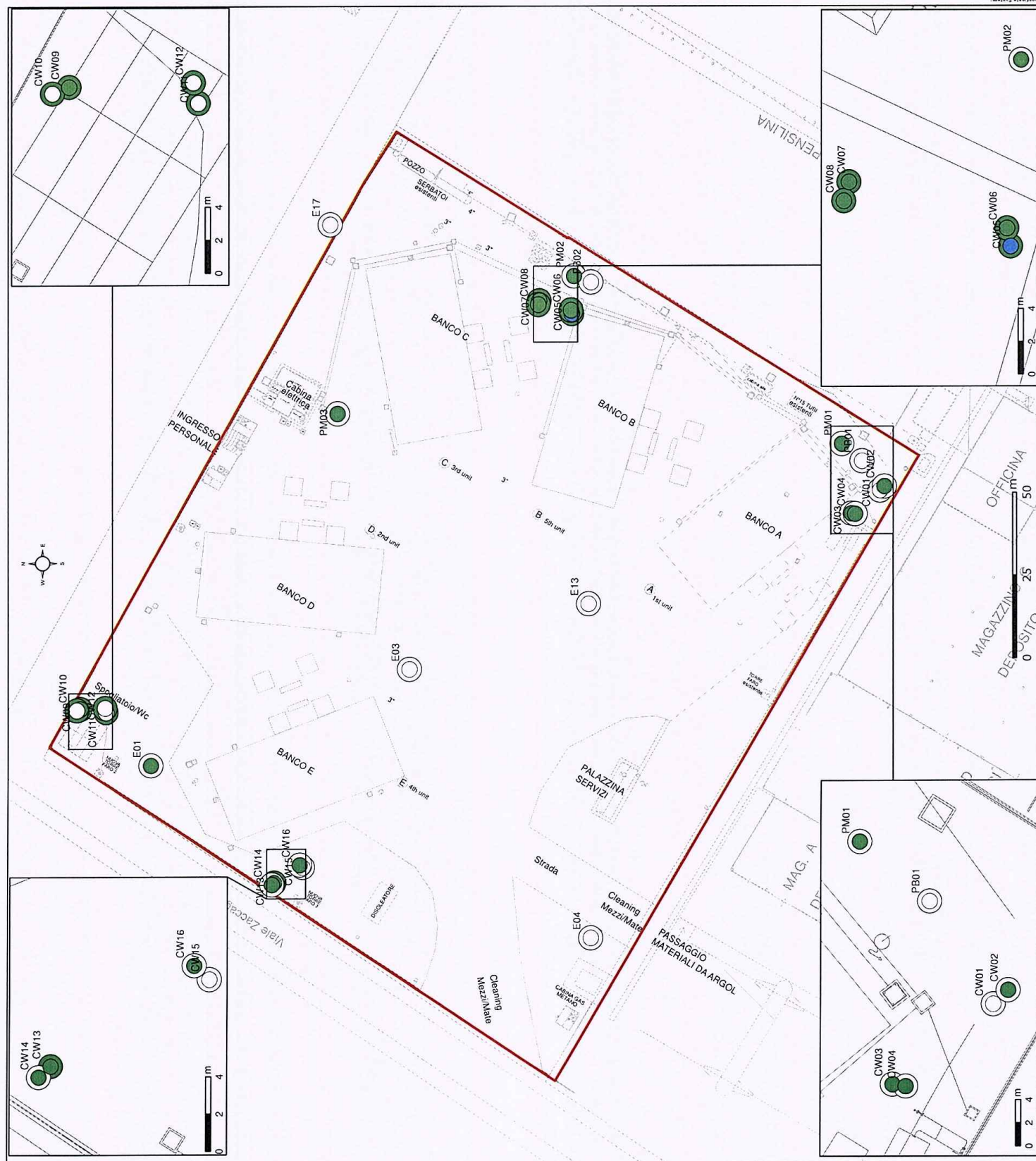
PROGETTO: Aggiornamento attività monitoraggio
impianti MISE e bonifica falda

FIGURA: 04

Distribuzione del ferro
nelle acque di falda

Scale: 1:1





Legenda

Classi di concentrazione [$\mu\text{g/l}$]

- 20,0
- <200 (CSC D.lgs 152/2006)
- 200,1 - 400,0
- 400,1 - 1000,0
- 1000,1 - 2000,0
- 2000,1 - 12500,0

Confine di stabilimento

[illegible]

CLIENTE: BMGE

SITO: Avenza (MS)

PROGETTO: Aggiornamento attività monitoraggio impianti MISE e bonifica falda

FIGURA: 05

Distribuzione dell'alluminio
nelle acque di falda

ALLEGATO 1- VERBALE



ARPAT – Dipartimento di Massa e Carrara
Via Del Patriota, 2 Massa

N. Prot. Vedi segnatura informatica cl. MS.01.23.04/83 del 21/09/2017 a mezzo: PEC

Regione Toscana
regionetoscana@postacert.toscana.it

Comune di Carrara
comune.carrara@postacert.it

E
p.c.

Pignone s.r.l
Area Cosm Yard di Avenza (MS)
pignoneofficine.massa@legalmail.it

Oggetto: Aggiornamento delle attività di monitoraggio della falda presso il sito denominato Area Cosm Yard di Avenza (MS) per il periodo luglio 2015- luglio 2016. Validazione contraddittorio analitico. Sisbon MS151.

Nel 2005 il MATTM richiede agli stabilimenti industriali ricadenti all'interno del SIN di Massa Carrara la presentazione dei Piani di Caratterizzazione; il PdC dell'area Cosm Yard viene approvato nella CdS decisoria tenutasi presso il MATTM il 30 marzo 2006. Il 16 aprile 2010 nella CdS decisoria viene approvato il Piano di Bonifica delle acque di falda comprensivo anche delle attività di MISE. Nell'agosto 2011 si ha l'installazione del sistema di MISE, mentre, nell'aprile 2014 è stato avviato ufficialmente.

Con la presente, si relaziona riguardo alla parte relativa agli accertamenti analitici svolti sui campioni di acque, secondo quanto previsto dal progetto di bonifica approvato, e si rimanda alle valutazioni della Regione Toscana per ciò che riguarda gli aspetti gestionali dell'istruttoria in quanto responsabile del procedimento amministrativo.

Premesso che:

- La rete dei punti di monitoraggio (pozzi e piezometri) è composta da: 2 pozzi (PB01 e PB02) facenti parti del sistema MISE per il barrieramento delle acque di falda in uscita dal sito, 3 piezometri di controllo dei pozzi MISE (PM01, PM02 e PM03), 5 piezometri realizzati durante le caratterizzazioni del 2007 (E01, E03, E04, E013 e E17), 16 piezometri appartenenti agli 8 cluster well (CW01- CW16) costituiti da due coppie di piezometri fessurati a 8 e a 12 metri realizzati per il monitoraggio della barriera di iniezione dell'aria realizzata nelle zone di monte e di valle idraulica e 1 pozzo utilizzato per l'approvvigionamento della rete antincendio.

Considerato che:

- In data 07 ottobre 2015, con verbale di campionamento 20151007-01181-1, operatori ARPAT hanno realizzato, in contraddittorio con la società, il prelievo di acque dai seguenti piezometri: E13, CW16, CW13, CW11, CW09 e CW01.
- In data 20 gennaio 2016, con verbale di campionamento 20160120-01181-1, operatori ARPAT hanno realizzato, in contraddittorio con la società, il prelievo di acque dai seguenti piezometri e pozzi: CW10, CW12, E01, PM03, Pb1 e Pb2.

Pagina 1 di 3

tel. 055.32061 - fax 055.3206324 - p.iva 04686190481 - www.arpattoscana.it

per comunicazioni ufficiali PEC: arp.at.protocollo@postacert.toscana.it - (accetta solo PEC), per informazioni ambientali: urp@arp.at.toscana.it

Organizzazione con sistema di gestione certificato e laboratori accreditati – maggiori informazioni all'indirizzo www.arp.at.toscana.it/qualita

Per esprimere il proprio giudizio sui servizi ARPAT è possibile compilare il questionario on-line all'indirizzo www.arp.at.toscana.it/soddisfazione

- In data 19 aprile 2016, con verbale di campionamento 20160419-00971-1, operatori ARPAT hanno realizzato, in contraddittorio con la società, il prelievo di acque dai seguenti piezometri: PM01 e CW01.
- In data 05 giugno 2017, ns prot. Nr 39194, la società ha inviato il report sulle attività di monitoraggio relativo al periodo giugno 2015 – luglio 2016.

Tutto ciò premesso:

Ai fini della valutazione dei dati analitici delle campagne di monitoraggio delle acque di falda si esprimono le seguenti considerazioni:

Per quanto riguarda il confronto dei dati analitici dei metalli, si può affermare che i due insiemi di valori sono confrontabili e, quindi, le conclusioni della società possano considerarsi accettabili, in quanto il confronto si è svolto su di una cospicua popolazione di valori, frutto di oltre cinque anni di monitoraggio. Si conferma, quindi, la sistematica presenza di valori superiori alle CSC per i parametri Ferro e Manganese e, in un solo campione, di Nichel e Piombo rilevati da ARPAT e non ricercati dalla società. Relativamente ai contaminanti Alifatici clorurati si confermano le sporadiche presenze di 1,1 Dicloroetilene e di 1,2 Dibromoetano e del parametro PCB in un solo campione rilevato da Arpat e non dalla società. I dati sono riassunti nelle seguenti tabelle:

07 ottobre 2015	1,2 Dibromoetano CSC=0,001µg/l		1,1 Dicloroetilene CSC=0,05µg/l	
	ARPAT	SOCIETA'	ARPAT	SOCIETA'
piezometri				
E13				
CW11	0,002	<0,001		
CW09			0,08	0,128

20 gennaio 2016	PCB CSC=0,01µg/l		Nichel CSC=20µg/l		Manganese CSC=50µg/l		Piombo CSC=10µg/l		1,1 Dicloroetilene CSC=0,05µg/l	
	ARPAT	SOCIETA'	ARPAT	SOCIETA'	ARPAT	SOCIETA'	ARPAT	SOCIETA'	ARPAT	SOCIETA'
Piezometri e Pozzi										
CW12	0,027	<0,01			695	750			0,03	0,059
PM03					105	114				
PB01					144	152				
PB02			31	Non ricercato			123	Non ricercato		

19 aprile 2016	Manganese CSC=50µg/l	
	ARPAT	SOCIETA'
piezometro		
PM01	134	193



Per quanto detto sopra si possono considerare accettabili le conclusioni presentate dalla società contenute nella relazione giugno 2015 - luglio 2016, comprensiva, inoltre, della verifica dell'efficienza del TAF, che indicherebbe una diminuzione di Ferro e Manganese successivamente all'avviamento del sistema di Air Sparging. Nell'attività di campionamento per la verifica del TAF, in questa serie di monitoraggi, ARPAT non ha preso parte.

Il Responsabile del Dipartimento
Dr.ssa Gigliola Ciacchini¹

Sono a disposizione degli Enti interessati gli RdP della pratica in studio.

¹ Documento informatico sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs 82/2005. L'originale informatico è stato predisposto e conservato presso ARPAT in conformità alle regole tecniche di cui all'art.71 del D.Lgs 82/2005. Nella copia analogica la sottoscrizione con firma autografa è sostituita dall'indicazione a stampa del nominativo del soggetto responsabile secondo le disposizioni di cui all'art. 3 del D.Lgs 39/1993