



irsap

ISTITUTO REGIONALE PER LO SVILUPPO DELLE
ATTIVITA' PRODUTTIVE
Ente Pubblico non Economico
L.R. 8/2012



REGIONE SICILIANA

*Agglomerato Industriale di Ravanusa- Area del Salso
(Provincia di Agrigento)*

OGGETTO: Lavori per la riqualificazione, messa in esercizio e miglioramento funzionale della rete viaria dell'Agglomerato Industriale di Ravanusa - Area del Salso.

PROGETTO ESECUTIVO AGGIORNATO AL 2017

(art. 23 comma 8 D.Lgs 50/16 - Progetto dell'ex Consorzio ASI di Agrigento)

<i>Relazione specialistica geologica</i>	Elaborato	Data progetto
	E.2.1	27/06/2017
	Scala	Aggiornamento
		18/07/2017

VISTI E PARERI



Assistenti alla progettazione:
Geom. Andrea Casino Papia
P.I. Gaetano Castronovo

Rilievi e misure:
Adamo Giacomo
Consiglio Girolamo

RUP:
Ing. Salvatore Callari

I Progettisti:
Ing. Pietro Minacapilli
Arch. Luigi Traversa
Geom. Giacomo Distefano

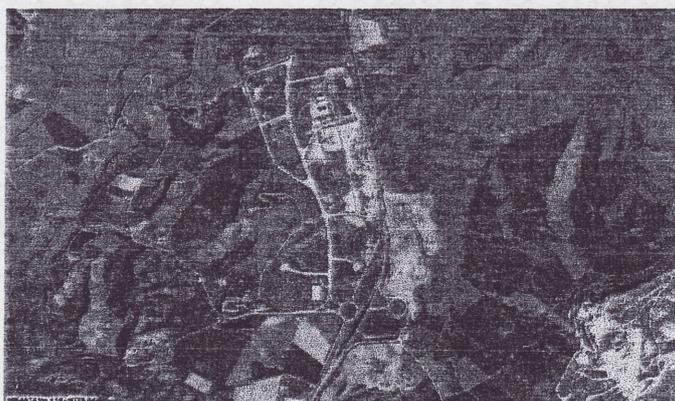
VISTO: Il Responsabile Unico del Procedimento
(Ing. Salvatore Callari)

STUDIO DI GEOLOGIA AMBIENTALE E GEOLOGIA MINERARIA
Dr. Geol. Francesco La Mendola

REGIONE SICILIANA
CONSORZIO PER L'AREA DI SVILUPPO INDUSTRIALE
DELLA PROVINCIA DI AGRIGENTO

PROGETTO DI VARIANTE E REVISIONE DEL PIANO REGOLATORE
GENERALE DELL'AREA DI SVILUPPO INDUSTRIALE
DELLA PROVINCIA DI AGRIGENTO

PIANO REGOLATORE DELL'AGGLOMERATO INDUSTRIALE
DI RAVANUSA - AREA DEL SALSO



STUDIO GEOLOGICO ESECUTIVO

Relazione

CONSORZIO PER L'AREA DI SVILUPPO INDUSTRIALE
DELLA PROVINCIA DI AGRIGENTO
Area Tecnica

Visto:

Documento allegato a:
 parere provvedimento nota relazione

n° IRI/3rc del 13 GEN 2012



IL GEOLOGO
Dr. Geol. Francesco La Mendola



REGIONE SICILIANA

CONSORZIO PER L'AREA DI SVILUPPO INDUSTRIALE DELLA PROVINCIA DI AGRIGENTO

<h3>PROGETTO DI VARIANTE E REVISIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE DELL'AREA DI SVILUPPO INDUSTRIALE DELLA PROVINCIA DI AGRIGENTO</h3>

<h3>STUDIO GEOLOGICO ESECUTIVO</h3>
--

PREMESSE

Dovendo procedere alla progettazione esecutiva di “**variante e revisione del Piano Regolatore Generale dell'area di sviluppo industriale della provincia di Agrigento**”, il Consorzio A.S.I. della provincia di Agrigento per effetto della Delibera del Comitato Direttivo n° 11 del 21/04/2005 ha conferito l'incarico al sottoscritto **Dr.Geol. Francesco La Mendola**, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n° 759, di redigere lo **studio geologico esecutivo** afferente alle aree degli agglomerati industriali sotto citati:

- **Aragona-Favara;**
- **Casteltermini-Valle del Platani;**
- **Ravanusa-Area del Salso;**
- **Porto Empedocle.**

In relazione alla necessità di analizzare in maniera dettagliata la situazione geomorfologica ed idrogeologica dei territori indagati e per effetto delle diversità locali delle problematiche geologiche da affrontare, lo scrivente ha ritenuto opportuno suddividere lo studio in modo analitico scorporando i quattro agglomerati industriali, sebbene i lineamenti geostrutturali consentano un raccordo logico fra tutti gli agglomerati. Per tale motivazione è stata prevista, nell'ambito della stesura del presente studio, una prima parte generale propedeutica e, comunque, comune allo studio dei singoli agglomerati, nell'ambito della quale vengono descritte le fasi dello studio geologico, gli elaborati cartografici e le modalità di acquisizione dei dati bibliografici afferenti alle varie indagini in situ effettuate in precedenza e del successivo coordinamento/collegamento, l'inquadramento geologico-strutturale generale.

Eccettuata tale premessa generale, lo studio è stato pertanto effettuato singolarmente per ciascun agglomerato sopra indicato, comprendendo le aree in variante che sono in buona parte già ricadenti all'interno dell'originaria perimetrazione consortile, in ottemperanza alle indicazioni tecniche fornite allo scrivente dal Dirigente dell'Area Tecnica del Consorzio A.S.I. nonchè in osservanza a quanto stabilito dall'atto deliberativo di incarico sopra citato e al conseguente Disciplinare d'incarico regolarmente sottoscritto dalle parti.

In generale, il presente studio ha la finalità di definire le caratteristiche geologico-ambientali, idrogeologiche e geomorfologiche dei versanti costituenti le quattro aree in esame, nonché di valutare scientificamente i requisiti geomeccanici dei terreni geotecnicamente significativi, sulla base dell'acquisizione dei dati geognostici, stratigrafici e geotecnici formalmente forniti dall'area tecnica del Consorzio per l'area di sviluppo industriale, necessari per fornire le indicazioni tecniche e la parametrizzazione.

In particolare, lo studio è stato così articolato:

1.1 ACQUISIZIONE DATI AFFERENTI AD INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE:
comprendente la fase di acquisizione e raccolta cartografica dei dati geognostici effettuati in passato da vari professionisti Geologi a supporto delle opere strutturali e infrastrutturali industriali già realizzate, forniti formalmente dall'U.T.C. del Consorzio A.S.I., al fine di poter ottimizzare la qualità del presente studio, prescindendo dall'esecuzione di ulteriori indagini. Le prospezioni geognostiche e/o geofisiche in situ eseguite sono state mappate su un adeguato supporto cartografico, onde poter procedere ad una necessaria correlazione stratigrafica dei terreni di fondazione, alla caratterizzazione geotecnica e alla caratterizzazione geomorfologica. Nella presente fase progettuale, allo scopo di disporre di tutti gli elementi di giudizio utili per la caratterizzazione geognostico-geotecnica dei terreni costituenti le aree di progetto, si è proceduto al coordinamento e al collegamento di tutti gli elementi scaturiti dalle indagini in situ già realizzate ed in possesso del Consorzio ASI, localizzando in maniera puntuale i fori di sondaggio utile per la costruzione della carta geolitologica.

In tale ottica sono stati distinte le tipologie di indagine geognostica in situ, attribuendo un simbolo diverso ad ogni tipologia, dunque distinguendo i **sondaggi geognostici (S)** dai **sondaggi penetrometrici (P)** e dai **sondaggi elettrici verticali S.E.V. (E)**. Per un maggiore dettaglio e per facilitarne la consultazione, per ognuno dei quattro agglomerati industriali viene di seguito trascritto, analiticamente, l'elenco dei sondaggi effettuati per ciascuna ditta e lotto indagato, distinguendoli con la simbologia adeguata, peraltro riportata nella legenda della cartografia tematica allegata.

1.2 - STUDIO GEOMORFOLOGICO: comprendente la descrizione generale dei principali lineamenti morfologici con particolare riferimento agli eventuali fenomeni franosi e/o di dissesto nonché ai principali processi indotti dall'antropizzazione. Tale analisi dei dissesti ha avuto lo scopo di evidenziare le condizioni di stabilità dei terreni e di ricercare l'eventuale presenza di agenti morfogenetici attivi la cui azione potrebbe produrre ulteriori turbative morfodinamiche al versante o condizioni di disequilibrio e/o di instabilità.

1.3 - STUDIO GEOLITOLOGICO: comprendente la caratterizzazione delle formazioni geolitologiche presenti negli ambiti territoriali dei vari agglomerati, approfondendone i relativi elementi strutturali (caratteristiche litologiche, rapporti di giacitura, spessori) e i lineamenti tettonico-giaciturali. Al fine di definire preliminarmente tali lineamenti geologico-strutturali e gli elementi giaciturali delle formazioni interessate dall'area in studio e del suo intorno, è stato necessario effettuare il rilevamento geologico di superficie esteso ad un sufficiente intorno geologico.

1.4 - STUDIO IDROGEOLOGICO: comprendente entrambi gli aspetti superficiale e sotterraneo. L'analisi dell'assetto idrografico-superficiale ha consentito di definire gli assi di deflusso delle acque dilavanti, ribadendo la necessità non modificarne la direzione di deflusso nel prevedere le opere di canalizzazione delle acque bianche, in corso di esecuzione o già realizzate.

La caratterizzazione idrogeologico-sotterranea è stata dettagliatamente approfondita limitatamente ai territori che, in virtù della presenza di formazioni permeabili affioranti, evidenziano un regime idrico sotterraneo tale da meritare un'analisi più dettagliata, attenzionando maggiormente l'aspetto relativo alla protezione delle eventuali falde sotterranee.

2. ELABORATI A SUPPORTO DEL P.R.G. :

2.1 CARTA D'INSIEME DEGLI AGGLOMERATI INDUSTRIALI (scala 1/200.000): tale inquadramento consente di individuare il contesto geografico entro il quale si collocano i quattro agglomerati industriali;

2.2 CARTA GEOLITOLOGICA (scala 1/10.000): comprendente la suddivisione del territorio in base all'affioramento dei tipi litologici. In essa sono pure individuati i principali lineamenti tettonici.

2.3 CARTA GEOMORFOLOGICA (scala 1/10.000): comprendente la

localizzazione e cartografazione dei processi erosivi e/o di dissesto nonché la suddivisione del territorio in "classi di stabilità" sulla base dell'acclività, della litologia e di altri elementi geomorfici;

2.4 CARTA IDROGEOLOGICA (scala 1/10.000):

comprendente la classificazione dei terreni suddivisi in classi di permeabilità, laddove vengono individuati gli eventuali punti d'acqua, i principali lineamenti idrografici e le eventuali linee di circolazione sotterranea delle acque gravifiche.

di edificabilità del territorio.

2.5 CARTA DEL SUBSTRATO (scala 1/10.000): tale carta è stata costruita con la finalità di individuare con certezza l'esatta profondità del tetto del substrato su cui ancorare le fondazioni, sulla base di tutte le stratigrafie acquisite e dei rilevamenti effettuati.

2.6 COLONNA STRATIGRAFICA-TIPO (scala 1/100): rappresenta l'esatta sintesi di colonne stratigrafiche raccolte, catalogate e intercollegate. Le singole colonne stratigrafiche sono raccolte in un apposito volume allegato in appendice al presente studio.

3. FASI OPERATIVE DELLO STUDIO GEOLOGICO

L'incarico conferito è stato articolato nelle seguenti quattro fasi operative che hanno condotto alla stesura dello studio geologico:

- **Fase preliminare:** ha avuto inizio con i contatti preliminari necessari per acquisire le planimetrie di progetto con la relativa zonizzazione, seguiti da sopralluoghi effettuati congiuntamente con il Dirigente dell'area tecnica atti ad individuare le aree della zonizzazione nel contesto generale degli agglomerati industriali, con l'ausilio della cartografia di base in possesso del Consorzio, effettuando una dettagliata documentazione fotografica dei luoghi che viene allegata alla presente relazione).

- **Acquisizione e coordinamento dei dati geotecnici e geognostici**

Ai rilievi preliminari è seguita la raccolta dei dati e delle risultanze delle indagini geognostiche e geotecniche a supporto degli studi geologici espletati singolarmente per i vari lotti, che sono stati ulteriormente controllati mediante un'attenta analisi fotogeologica, confrontati e correlati stratigraficamente tra di loro, rispetto alle aree adiacenti; sono stati altresì utilizzati i dati relativi ai numerosi sondaggi meccanici, penetrometrici e S.E.V. eseguiti per opere infrastrutturali.

L'ubicazione delle indagini geognostiche utilizzate nel presente studio sono indicate nell'allegata carta geologico-tecnica ciascuna con una propria simbologia riportata in legenda, in modo da poter concentrare le informazioni e distinguere i lavori per i quali esse sono state esperite le

stesse indagini, così come per le risultanze delle analisi di laboratorio (Allegato: *Indagini geotecniche di laboratorio*).

Le colonne stratigrafiche dei dati dei sondaggi meccanici a carotaggio continuo acquisiti e l'eventuale livello delle acque sono stati opportunamente correlati allo scopo di sintetizzare l'esatta caratterizzazione geotecnica dei terreni fondazionali.

- **Costruzione cartografia tematica:** a supporto dello studio sono state concepiti due livelli di cartografia tematica (sopra descritti) generale e di dettaglio in modo da poter contestualizzare l'assetto geologico locale nel territorio regionale e, successivamente, di definire con precisione la caratterizzazione geologica e tettonica locale, supportandola con le risultanze delle indagini esperite.

- **Fase esecutiva (stesura relazione)**

Infine, sulla base delle correlazioni stratigrafiche effettuate tra le risultanze dei carotaggi e delle analisi geotecniche in situ nonché dai rilevamenti effettuati si è potuto procedere alla stesura della presente relazione finale, comprendente la caratterizzazione geomeccanica dei terreni, la caratterizzazione idrogeologica, la caratterizzazione geomorfologia e la zonizzazione in classi di suscettività ovvero l'identificazione sul territorio di classi di suscettibilità alle trasformazioni e/o edificazioni in relazione all'utilizzazione dei suoli.

Con esclusione delle premesse, l'elaborazione della relazione è stata suddivisa analiticamente in quattro unità quante sono le aree industriali indagate oggetto del Piano Regolatore Generale.

4. INQUADRAMENTO TETTONICO E GEOLOGICO-STRUTTURALE GENERALE:

I lineamenti geologici e tettonici generali del settore territoriale indagato relativo ai quattro agglomerati industriali (Aragona-Favara, Casteltermini-Valle del Platani, Ravanusa-Area del Salso e Porto Empedocle) sono ascrivibili ai motivi strutturali della geologia del bacino meridionale della Sicilia caratterizzata prevalentemente dalla Serie Evaporitica ("serie gessoso-solfifera") del Miocene superiore, i cui termini litologici sono compresi stratigraficamente tra il complesso plastico-argilloso olistotromico del Miocene medio e la formazione arenacea del Pliocene superiore, sino ai terreni di copertura di natura elu-colluviale ed alluvionale.

L'assetto geologico-strutturale delle aree degli agglomerati industriali oggetto del rilevamento geologico effettuato, risulta caratterizzato da una locale disomogeneità litologica da cui prende corpo una configurazione morfologica del territorio non sempre uniforme in quanto rappresentato dall'alternanza di affioramenti di natura argillo-marnosa, trubacea, arenacea e clastica.

La formazione di letto più antica del territorio delle quattro aree industriali

in esame è rappresentata dall'unità pre-evaporitica nota con la denominazione di "Formazione Cozzo Terravecchia" di età Tortoniano superiore, stratigraficamente sovrastante l'esteso orizzonte argilloso olistostromico medio-miocenico, affiorante nelle aree debolmente più depresse dal punto di vista topografico. In generale, tali argille in questione, esistenti in tutte le aree degli agglomerati, sono costituite da un ricco scheletro limo-sabbioso che rende la roccia meno plastificabile, più incompressibile e, pertanto, più compatta, presentando un discreto grado di consolidazione, come si è evince dai risultati delle prove geotecniche eseguite su diversi campioni indisturbati.

Tuttavia tali affioramenti argillosi si presentano superficialmente piuttosto degradati, per uno spessore variabile sino comunque a raggiungere un valore medio di m. 7,00 dal p.c., come avviene nella zona industriale di Aragona-Favara; detta alterazione accentuata è determinata dall'azione di degradazione ad opera degli agenti esogeni nel tempo.

La sequenza litostratigrafica generale risulta come appresso descritta, dai terreni più recenti ai terreni più antichi:

- | | |
|--|------------------------------------|
| ▪ Depositi alluvionali variamente terrazzati | <i>Olocene</i> |
| ▪ Depositi eluviali ("terre nere") | <i>Olocene</i> |
| ▪ Arenarie e sabbie stratificate | <i>Pliocene sup. - Pleistocene</i> |
| ▪ Argille marnose (Fm. Monte Narbone) | <i>Pliocene medio</i> |
| ▪ Trubi (Marne e Foraminiferi) - | <i>Pliocene inf.</i> |
| ▪ Gessi selenitici e balatini | <i>Messiniano</i> |
| ▪ Calcarea di base | <i>Messiniano</i> |
| ▪ Tripoli | <i>Messiniano</i> |

- Argille di base (Fm.Terravecchia) *Miocene medio-sup.*
- Olistostroma argilloso *Miocene medio*

4.A AGGLOMERATO INDUSTRIALE ARAGONA-FAVARA

La litologia affiorante risulta omogenea sia dal punto di vista stratigrafico che geotecnico per le affini caratteristiche delle argille, pur appartenendo geologicamente a formazioni litostratiche differenti.

4.B AGGLOMERATO INDUSTRIALE CASTELTERMINI-VALLE DEL PLATANI

La litologia esclusivamente argillosa risulta caratterizzata dall'incisione valliva del Fiume Platani lungo la cui sponda destra si sviluppa l'area industriale e il cui alveo si svolge sul nucleo di un'anticlinale.

4.C AGGLOMERATO INDUSTRIALE RAVANUSA-AREA DEL SALSO

La litologia delle formazioni affioranti risulta abbastanza eterogenea se si considera che il settore più a valle (settore Sud-Ovest) è costituito dalle argille marnose, mentre i settori Est e Nord-Est sono rappresentati da terreni trabacei, esclusa una ridotta area di riporto (area antropizzata).

4.D AGGLOMERATO INDUSTRIALE DI PORTO EMPEDOCLE

Tale agglomerato sorge su un'area adiacente il molo di levante del porto empedoclino ed è rappresentata da una coltre di depositi di colmata formatasi attraverso lo stoccaggio di materiale inerte sopra la superficie costiera sommersa.

PIANO REGOLATORE AGGLOMERATO INDUSTRIALE RAVANUSA-AREA DEL SALSO

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in cui si sviluppa l'agglomerato industriale denominato "Ravanusa-Area del Salso" è situata nel territorio comunale di Ravanusa in corrispondenza dell'estremo settore territoriale sud-orientale della provincia di Agrigento, lungo un'area interposta tra i territori comunali di Ravanusa e Campobello di Licata.

In particolare il sito dell'agglomerato è ubicato a Sud del centro abitato di Ravanusa, a circa Km.6 da esso, e a circa 650 metri ad Ovest della strada provinciale che conduce a Licata e dalla quale si accede all'agglomerato.

Cartograficamente, l'area ricade nei Fogli 271 I S.E. "Favarotta" e 272 IV S.O. "Monte dei Drasi".

Dal punto di vista topografico, l'intera area è situata nell'ambito di un versante argillo-marnoso a discreta acclività, interposto tra il rilievo arenaceo di Monte Rossello ad Est e la vecchia Strada Statale n.626 che conduce a Licata ad Ovest, il cui settore Nord – lungo cui si sviluppa l'asse stradale statale - a tratti funge da displuvio, mentre il settore Sud del versante è degradante in direzione S/SW, sul versante opposto a

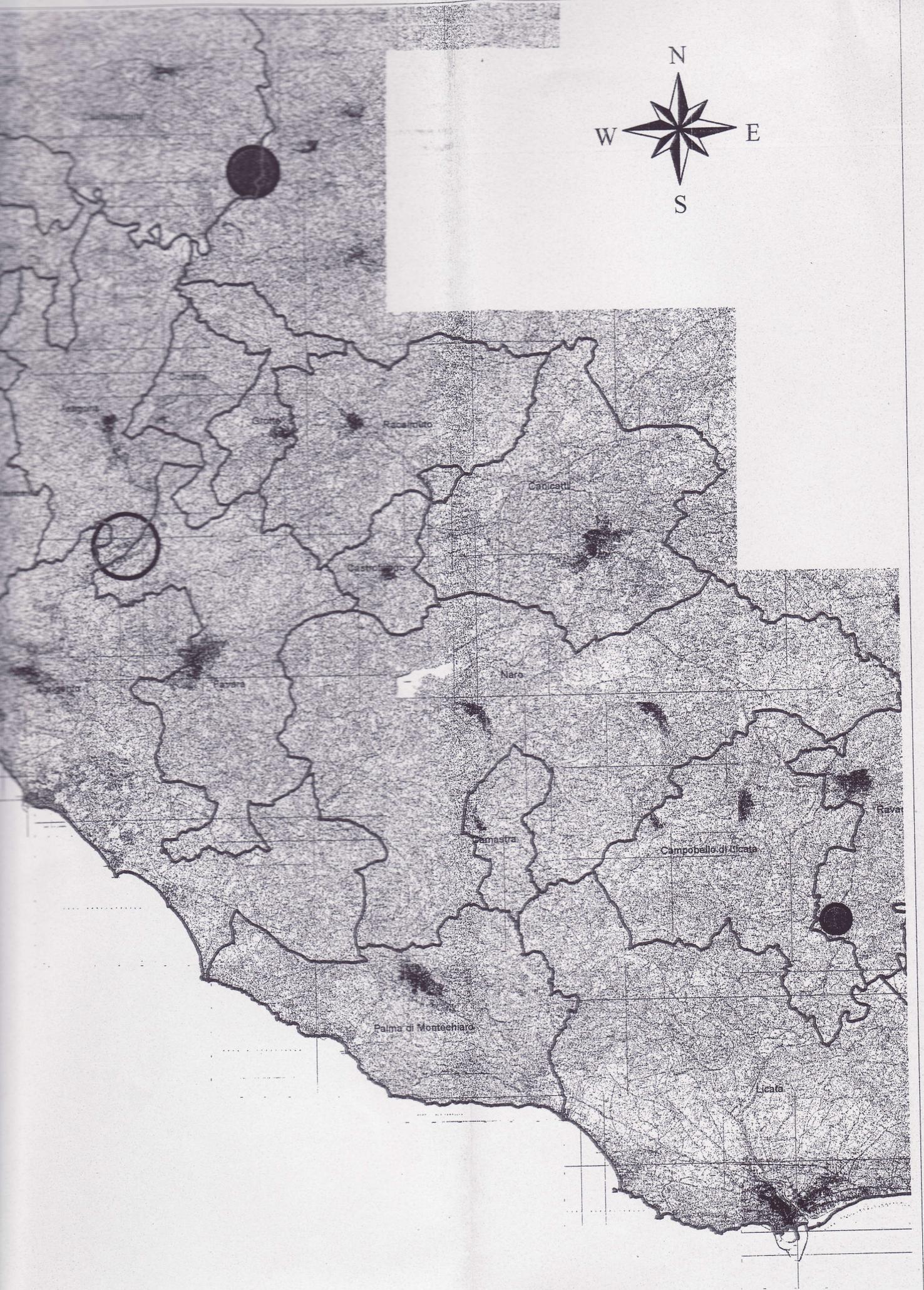
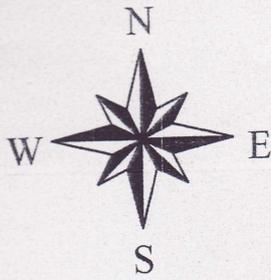


INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

scala 1/200.000

Stralcio aerofotogrammetrico con ubicazione degli agglomerati industriali

-  A.I. Aragona-Favara
-  A.I. Casteltermini - Valle del Platani
-  A.I. Ravanusa- Area del Salso
-  A.I. Porto Empedocle



Monte Rossello, ad Est del quale si sviluppa l'intero agglomerato industriale; tale versante presenta un'acclività in direzione del ricettore idrografico rappresentato da un impluvio di sinistra del torrente Spadafora.

2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Sotto l'aspetto geostrutturale, l'area in esame - rappresentata da un versante litologicamente eterogeneo costituito da una porzione sommitale di displuvio cui segue un pendio abbastanza acclive declivante in direzione Sud-Ovest - risulta interessata da una sequenza litologica plio-pleistocenica interposta fra i terreni più antichi alto-miocenici, affioranti a Sud, e la più recente formazione arenitica quaternaria posta alla sommità del versante e costituente la struttura apicale del Monte Rossello.

L'assetto geologico generale della zona industriale è caratterizzato dall'affioramento del complesso argilloso pliocenico, sotto il quale si riscontra la formazione dei trubi (marne calcaree a Foraminiferi) che, a loro volta, giacciono sui termini lapidei della Serie Solfifera. Quindi, si rinviene in profondità la formazione delle argille tortoniane che costituisce la base dell'intero complesso plastico e che tuttavia non risulta affiorante nell'area dell'agglomerato in istudio.

La sequenza stratigrafica locale, dai terreni più recenti verso quelli più antichi, risulta pertanto così costituita:

- Arenarie a cemento carbonatico e a laminazione incrociata e piano-parallelale *Pleistocene inf.*
- Argille marnose grigio-azzurre a fratturazione concoide *Pliocene sup.*
- Trubi : Calcari marnosi bianchi a Foraminiferi a fratturazione concoide *Pliocene inf.*
- Calcare di base *Miocene sup (Messiniano);*
- Tripoli *Miocene sup. (Messiniano);*
- Complesso argilloso di base *Miocene medio-sup. (Tortoniano)*

Litologicamente, l'area oggetto dell'indagine risulta piuttosto variegata ed eterogenea se si considera che ricade in corrispondenza del contatto litologico fra le arenarie costituenti la struttura di Monte Rossello, la formazione delle argille azzurre del Pliocene medio-superiore (Piacenziano) che presentano spessori variabili diminuendo da Est verso Ovest, così come è confermato dalla stratigrafia emersa dai sondaggi a carotaggio continuo effettuati e la formazione dei trubi caratterizzante il settore a monte della zona industriale (vedasi carta geolitologica).

Ai fini di un maggiore dettaglio, l'assetto geologico locale caratterizzato da diversi affioramenti, può essere suddivisa in tre microaree diverse:

- a) il settore argilloso costituente la zona più estesa centrale e sud-orientale a valle;
- b) il settore marnoso-trubaceo costituente la zona nord-occidentale a monte;
- c) il settore antropizzato da riporti centroccidentale costituito da lievi riporti di terreno (area antropizzata).

2.3 SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA

Sulla base della sopra descritta classificazione litologica e sulla scorta dei dati geognostici relativi ai sondaggi effettuati, si procede di seguito, in maniera analitica, ad una caratterizzazione litostratigrafica locale, per ciascun settore:

➤ 1. STRATIGRAFIA DEL SETTORE CENTRALE E SUD-EST:

- Dal p.c. sino a 3,20: Suolo agrario costituito da sedimenti argillosi brunastri con inclusi litici marnosi. In alcune aree si riscontra la presenza di materiale di riporto, sparso e compattato per strati successivi (*Livello a*);

- Da m. 3,20 sino a m.8,00: Argille brune, alterate, mediamente consistenti (*Livello b*);
- Da m. 8,00 sino in profondità: trattasi delle argille di colore grigio-azzurro, meccanicamente consistenti, ascrivibili al Pliocene medio (*Livello c*)

➤ 2. STRATIGRAFIA DEL SETTORE NW E SETTORE OVEST:

- Dal p.c. sino a m. 1,50: Suolo agrario color tabacco frammisto ad argille limose, contenenti inclusi litoidi;
- Da m. 1,50 sino a m.5,50: Marne trubacee argillificate tendenti ad argille marnose a frattura concoide nella zona di contatto con le argille plioceniche;
- Da m. 5,50 sino in profondità: Marne trubacee, inalterate, meccanicamente consistenti ma fessurate.

➤ 3. STRATIGRAFIA DEL SETTORE CENTRALE:

- Dal p.c. sino a m.4,30: Materiale di riporto di natura marnoso-trubacea, di colore biancastro, costituito da litici in matrice marnoso-limosa;
- Da m. 4,30 sino in profondità: Marne alternate a marne più o meno calcarifere, di colore biancastro, con diffusa fatturazione (*Livello C*).

2.4 ACQUISIZIONE DATI GEOGNOSTICI E GEOTECNICI AFFERENTI AD INDAGINI IN SITU ESEGUITE SUI LOTTI

Per comodità di esposizione e per una maggiore precisione nelle letture dei dati geognostici dei singoli lotti, si è ritenuto opportuno codificare i sondaggi, attribuendo ad ognuno dei quali un numero progressivo e una lettera, distinguendo inoltre il lotto con il relativo numero della lottizzazione, il professionista redattore dello studio geologico con un colore e una lettera diversi, mentre la tipologia dell'indagine è stata distinta mediante le lettere *S* (*sondaggio geognostico*), *P* (*sondaggio penetrometrico*) ed *E* (*sondaggio elettrico verticale*). Pertanto ogni sondaggio farà riferimento alla singola indagine geognostico-geotecnica eseguita per il singolo lotto.

Nella carta topografica a scala 1/5.000 sono state cartografate in maniera puntiforme tutte le indagini geognostico-geotecniche esperite in situ a supporto dei progetti dei vari lotti, distinguendone la tipologia di indagine con la simbologia riportata in legenda.

Si procede di seguito all'elencazione analitica delle indagini in situ di riferimento:

2.4.1 AGGLOMERATO RAVANUSA-AREA DEL SALSO

	Sondaggio	Agglomerato industriale	Geologo	Ditta	Lotto	Note	Sondaggi di progetto
81	Sb 15	Ravanusa	Dr. F. La Mendola	Metalchiodi & C. S.r.l.	3/A		S1
82	Sd 8	Ravanusa	Dr. Scibetta	CO.MET.AR	B/1		S3
83	Sd 9	Ravanusa	Dr. Scibetta	CO.MET.AR	B/1		S1
84	Sd 10	Ravanusa	Dr. Scibetta	CO.MET.AR	B/1		S2
85	Sd 5	Ravanusa	Dr. Scibetta	Eurobrauhaus	C/2		S1
86	Sd 7	Ravanusa	Dr. Scibetta	Eurobrauhaus	C/2		S3
87	Sd 6	Ravanusa	Dr. Scibetta	Eurobrauhaus	C/2		S2
88	Sd 1	Ravanusa	Dr. Scibetta	By Doc Production	A/5		S1
89	Sd 3	Ravanusa	Dr. Scibetta	Cedac Servizi	A/6		S2
90	Sd 2	Ravanusa	Dr. Scibetta	By Doc Production	A/5		S2
91	Sd 4	Ravanusa	Dr. Scibetta	Cedac Servizi	A/6		S1
92	Sd 12	Ravanusa	Dr. Scibetta	G.M.M. S.r.l.	A/3		S2
93	Sd 11	Ravanusa	Dr. Scibetta	G.M.M. S.r.l.	A/3		S1
94	Sd 13	Ravanusa	Dr. Scibetta	La Greca Angelo e Vito	E/7		S1
95	Sd 15	Ravanusa	Dr. Scibetta	La Greca Angelo e Vito	E/7		S2
96	Sd 14	Ravanusa	Dr. Scibetta	La Greca Angelo e Vito	E/7		S3
97	Sa 21	Ravanusa	Dr. Sergio Messina	ASI RAVANUSA		Real. Strada ASI	S1
98	Sa 22	Ravanusa	Dr. Sergio Messina	ASI RAVANUSA		Real. Strada ASI	S2
99	Sa 23	Ravanusa	Dr. Sergio Messina	ASI RAVANUSA		Real. Strada ASI	S3
100	Sa 24	Ravanusa	Dr. Sergio Messina	ASI RAVANUSA		Real. Strada ASI	S4
101	Sa 25	Ravanusa	Dr. Sergio Messina	Comis Caseario	1		S1
102	Sa 26	Ravanusa	Dr. Sergio Messina	Comis Caseario	1		S2
103	Sa 27	Ravanusa	Dr. Sergio Messina	Lo Porto	13		S1
104	Sa 28	Ravanusa	Dr. Sergio Messina	Lo Porto	12		S2

2.5 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

Il versante su cui sorge l'agglomerato industriale in esame ricalca la tipologia morfologica collinare tipica della zona, caratterizzata da rilievi argillosi sovrastati da creste rocciose di formazioni ascrivibili alla serie evaporitica.

L'agglomerato industriale si sviluppa sul versante Est di Monte Rossello in corrispondenza di un pendio litologicamente eterogeneo in quanto risulta costituito da marne trubacee, argille ed aree antropizzate da riporto formatesi per effetto dello spianamento di terreno agrario di matrice marnosa e successivo compattamento ad opera di mezzi meccanici, che hanno determinato una debole obliterazione della morfologia originaria.

In generale, l'area risulta abbastanza stabile e priva di vistose fenomenologie di dissesto attive, se tuttavia saranno minimizzati i fattori morfogenetici attivi capaci di produrre potenziali evoluzioni morfodinamiche negative del versante, adottando tutti gli accorgimenti di salvaguardia idraulica e idrogeologica che sono appresso descritti. La presenza di un suolo brullo e carente di copertura vegetale favorisce i processi di degradazione e di erosione in situ dei terreni superficiali ad opera delle acque dilavanti determinando, inoltre, in corrispondenza delle aree di riporto fenomeni di ruscellamento diffuso e di disordine idrografico.

La prevalenza di terreni di natura argillo-marnosa e di terreni riportati evidenzia, dunque, la necessità di curare l'aspetto idrografico e idrogeologico-superficiale: a tal uopo è necessario che si proceda alla realizzazione o al perfezionamento della sistemazione idrografica attraverso la previsione o il

completamento (laddove tali opere siano state già intraprese) della canalizzazione delle acque bianche, il cui riordino risulta di importanza estrema per la salvaguardia idraulica del versante, assai sensibile all'interazione con le acque.

In tale ottica le acque ruscellanti superficiali dovranno essere canalizzate e convogliate verso Sud-Ovest, in direzione del ricettore idrografico superficiale rappresentato da un impluvio di sinistra del torrente Spadafora, in modo da non arrecare turbative all'assetto idrografico locale.

Sotto l'aspetto geoambientale, i terreni in questione detritico-argillosi risultano essere caratterizzati da un'elevata sensibilità all'interazione con le acque dilavanti e dunque facilmente "plastificabili"; pertanto, è necessario che si prevedano accorgimenti di isolamento idraulico atti ad evitare fenomeni di "plasticizzazione" dei terreni.

A tal fine, risulta opportuno procedere ad un idoneo isolamento idraulico dei corpi fondazionali, preservando gli edifici dall'azione erosiva delle acque mediante la messa in posa di un drenaggio di pietrame sciolto inerte, predisposto a tergo delle fondazioni, in modo da vanificare l'azione delle pressioni neutre (interstiziali), nonchè preservare dall'erosione idraulica i terreni di fondazione.

Dal lato idrogeologico-sotterraneo, in virtù della presenza di terreni detritici ed alterati sino alle profondità di m. 4,00-8,00, si è rilevato raramente un modesto accumulo superficiale di acque vadose sub-superficiali effimere, che tuttavia si circoscrive sino alla profondità di m.3,50, al di sotto della quale i terreni non presentano tracce di umidità, se non il contenuto naturale e

fisiologico presente in tutti i terreni. Pertanto, al di sotto di tale profondità le caratteristiche tecniche dei terreni non sono alterate dalla ipotetica presenza di acqua. Per tale ragione l'isolamento idraulico dovrà essere operato a livello corticale, scongiurando eventuali filtrazioni ed evitando che la piezometrica possa interferire con il piano di posa delle fondazioni.

2.6. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI

Sulla base dell'acquisizione e del successivo assemblamento delle risultanze delle indagini geognostico-geotecniche esperite in situ a supporto dei progetti dei vari lotti e indicate analiticamente nel paragrafo 2.2.1, si è proceduto ad un'operazione di raccolta bibliografica e di confronto dei dati dei parametri geognostici e geotecnici. Per una comodità di lettura e di interpretazione valutativa dei parametri geotecnici, si è ritenuto opportuno effettuare una sintesi estrapolando i valori medio-scarsi, per maggiore cautela. Tale valutazione quali-quantitativa non può tuttavia prescindere dall'esame, volta per volta, delle caratteristiche geomeccaniche dei vari singolo lotti, le cui risultanze sono allegate al presente studio).

Si sottolinea, tuttavia, che per maggiore dettaglio al livello puntiforme dei lotti e maggiore completezza delle informazioni tecniche lo scrivente ha ritenuto di allegare al presente studio un volume riportante tutte le stratigrafie dei sondaggi, uno per uno, e tutte le analisi di laboratorio esperite sugli stessi sondaggi.

Si procede di seguito alla descrizione dei livelli litologici-tipo definendone la

parametrizzazione geotecnica-tipo e suddividendo le stratigrafie-tipo nei tre settori litostratigrafici sopra riportati (*settore centrale e SE, settore NW-W, settore centrale*).

2.6.1 PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

➤ 1. PARAMETRIZZAZIONE DEL SETTORE CENTRALE E SUD-EST:

- **Livello A)** Dal p.c. sino a 3,20: Suolo agrario costituito da sedimenti argillosi brunastri con inclusi litici marnosi. In alcune aree si riscontra la presenza di materiale di riporto, sparso e compattato per strati successivi (*Livello a*);

$\gamma = 1,70 \text{ T/mc.}$	<i>Peso di volume</i>
$C' = 0,1 \text{ Kg/cmq.}$	<i>Coesione drenata</i>
$\Phi' = 12^\circ$	<i>Angolo d'attrito interno</i>

- **Livello B)** Da m. 3,20 sino a m.8,00: Argille brune, alterate, mediamente consistenti (*Livello b*);

$\gamma = 1,90 \text{ T/mc.}$	<i>Peso di volume</i>
$C' = 0,08 \text{ Kg/cmq.}$	<i>Coesione drenata</i>
$\Phi' = 21^\circ$	<i>Angolo d'attrito interno</i>
$W_n = 25 \%$	<i>Contenuto naturale d'acqua</i>

- **Livello C)** Da m. 8,00 sino in profondità: trattasi delle argille di colore grigio-azzurro, meccanicamente consistenti, ascrivibili al Pliocene medio (*Livello c*)

$\gamma = 1,96 \text{ T/mc.}$	<i>Peso di volume</i>
-------------------------------	-----------------------

$C' = 0,30$ Kg/cmq.	<i>Coesione drenata</i>
$\Phi' = 26^\circ-28^\circ$	<i>Angolo d'attrito interno</i>
$W_n = 28 \%$	<i>Contenuto naturale d'acqua</i>
$C_u = 0,90$ Kg/cmq.	<i>Coesione non drenata</i>

➤ 2. PARAMETRIZZAZIONE DEL SETTORE NW E SETTORE OVEST:

- Livello A) Dal p.c. sino a m. 1,50: Suolo agrario color tabacco frammisto ad argille limose, contenenti inclusi litoidi;

$\gamma = 1,70$ T/mc.	<i>Peso di volume</i>
$C' = 0,1$ Kg/cmq.	<i>Coesione drenata</i>
$\Phi' = 12^\circ$	<i>Angolo d'attrito interno</i>

- Da m. 1,50 sino a m.5,00: Marne trubacee argillificate tendenti ad argille marnose a frattura concoide nella zona di contatto con le argille plioceniche;

$\gamma = 1,90$ T/mc.	<i>Peso di volume</i>
$C' = 0,15$ Kg/cmq.	<i>Coesione drenata</i>
$\Phi' = 24^\circ$	<i>Angolo d'attrito interno</i>
$W_n = 22 \%$	<i>Contenuto naturale d'acqua</i>
$C_u = 0,60$ Kg/cmq.	<i>Coesione non drenata</i>

- Da m. 5,00 sino in profondità: Marne trubacee, inalterate, meccanicamente consistenti e fessurate

$\gamma = 2,00$ T/mc.	<i>Peso di volume</i>
$C' = 0,70$ Kg/cmq.	<i>Coesione drenata</i>
$\Phi' = 26^\circ$	<i>Angolo d'attrito interno</i>
$W_n = 24 \%$	<i>Contenuto naturale d'acqua</i>
$C_u = 1,16$ Kg/cmq.	<i>Coesione non drenata</i>

➤ 3. PARAMETRIZZAZIONE DEL SETTORE CENTRALE:

- Livello A) Dal p.c. sino a m.4,50: Materiale di riporto di natura marnoso-trubacea, di colore biancastra;

$\gamma = 1,75 \text{ T/mc.}$	<i>Peso di volume</i>
$C' = 0,08 \text{ Kg/cmq.}$	<i>Coesione drenata</i>
$\Phi' = 12^\circ$	<i>Angolo d'attrito interno</i>

- Livello C) Da m.4,50 sino in profondità: Marne alternate a marne più o meno calcarifere, di colore biancastro, con diffusa fatturazione (*Livello C*).

$\gamma = 2,00 \text{ T/mc.}$	<i>Peso di volume</i>
$C' = 0,70 \text{ Kg/cmq.}$	<i>Coesione drenata</i>
$\Phi' = 26^\circ$	<i>Angolo d'attrito interno</i>
$W_n = 24 \%$	<i>Contenuto naturale d'acqua</i>
$C_u = 1,16 \text{ Kg/cmq.}$	<i>Coesione non drenata</i>

Sulla base della definizione valutativa dei parametri geotecnici e dei dati geognostici, relativamente ai Livelli A, B e C di ciascuna delle tre stratigrafie-tipo, tenendo conto della presenza dei livelli superficiali (*Livello a* e *livello b*) a modesta consistenza meccanica, compressibili ed eterogenei, risulta opportuno trasmettere i carichi nel substrato argilloso e marnoso-trubaceo il cui tetto è posto alla profondità variabile da m. 4,50 dal p.c. a m. 9,00 dal p.c., attraverso la realizzazione di pali in c.a. adeguatamente dimensionati di profondità tale da ammorsarsi per qualche metro del substrato integro (*Livello c*), in relazione alla profondità dello stesso nei vari settori dell'a.i., in modo da oltrepassare suddetti livelli inconsistenti.

2.7 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base di quanto esposto nella presente relazione in ordine agli aspetti geologico- tecnici, geologico-ambientali, geomorfologici e idrogeologici, a seguito dell'esame comparativo e congiunto delle risultanze delle indagini geognostiche in situ nonchè delle prove geotecniche di laboratorio, si conclude quanto segue :

- L'assetto geomorfologico generale del territorio su cui si colloca l'intero agglomerato industriale "Ravanusa-Area del Salso" si sviluppa su di un pendio litologicamente eterogeneo in quanto costituito da marne tubacee, argille ed aree "antropizzate" da riporto di terreno formatesi per effetto dello spianamento di terreno marnoso. L'area risulta abbastanza stabile e priva di vistose fenomenologie di dissesto, se tuttavia saranno inibiti i principali fattori morfogenetici attivi destabilizzanti capaci di produrre evoluzioni morfodinamiche negative al versante, adottando all'uopo tutti gli accorgimenti di salvaguardia idraulica e idrogeologica sotto descritti;
- La presenza di un suolo brullo e carente di copertura vegetale favorisce i processi di degradazione ed erosione in situ dei terreni superficiali ad opera delle acque dilavanti determinando, inoltre, in corrispondenza delle aree di riporto fenomeni di ruscellamento diffuso e laminare nonchè di disordine idrografico.

La situazione idrografica disordinata, unitamente alla prevalenza di terreni di natura argillo-marnosa, impone la necessità di curare l'aspetto idrografico e idrogeologico-superficiale: a tal uopo è necessario che si provveda alla realizzazione e/o al perfezionamento della sistemazione idrografica attraverso la previsione o il completamento (laddove tali opere siano state già intraprese) della canalizzazione delle acque bianche, il cui riordino risulta di importanza estrema per la salvaguardia idraulica del versante.

- Sotto il profilo dell'impatto ambientale di tipo "idrografico", l'azione di processi di erosione diffusa (dissesto idrogeologico) favoriti dalla carenza di copertura vegetale e dalla presenza di aree "antropizzate" caratterizzate da riporti di terreno, rappresentano fattori a discreto impatto ambientale che, tuttavia, non possono contribuire ad arrecare notevoli turbative alla stabilità del versante poichè gli assi di deflusso delle acque dilavanti, sebbene siano stati debolmente spianati, non hanno subito alcuna sostanziale modificazione o deviazione della loro direzione di deflusso ante-operam, mantenendo immutato la pendenza del versante e l'orografia originaria verso il loro ricettore idrografico (a Sud-Ovest), sebbene sia necessario operare la canalizzazione delle acque sopra descritta;

Al fine di minimizzare tali processi di erosione diffusa e di erosione laminare del suolo è opportuno predisporre tutte quelle opere necessarie di canalizzazione e di drenaggio delle acque superficiali, costituenti il principale agente morfogenetico, in modo da ridurre le pressioni interstiziali; in corrispondenza dei pendii non ancora edificati un notevole

contributo alla stabilizzazione può essere fornito dalla rinaturazione del suolo argilloso, a tutt'oggi brullo ed incolto, attraverso inerbimento o qualsiasi copertura vegetale adeguata a ridurre i processi erosivi;

- I processi di potenziale dissesto in situ possono incrementarsi qualora si determini un aumento del peso specifico apparente (γ_{sat}) del terreno e un conseguente appesantimento della massa argillosa: per tale ragione risulta sempre necessario operare, perimetralmente attorno alle fondazioni di qualsiasi struttura, un opportuno isolamento idraulico attraverso la messa in posa di pietrame calcareo inerte, atto a preservare dall'erosione idraulica tutti gli edifici, convogliando - compatibilmente con le condizioni topografiche locali - le acque verso valle, in direzione del ricettore idrografico superficiale.

- Il territorio indagato su cui si svolge l'intero agglomerato industriale, sebbene risulti caratterizzato da un'eterogeneità litologica, evidenzia come elemento comune la presenza di una coltre clastica superficiale di natura colluviale, a tratti "antropizzata" per effetto delle modificazioni morfologiche operate dall'uomo, determinando così un aumento dello spessore della massa superficiale meccanicamente inaffidabile. Tale coltre pedogenizzata (*Livelli a e b*) presenta uno spessore variabile da una profondità minima di m. 4,50 sino ad una profondità massima di m. 9,00, profondità alle quali viene intercettato il substrato integro (*Livello C*). Sulla base della definizione valutativa dei parametri geotecnici e dei dati geognostici, relativamente ai Livelli A, B e C di ciascuna delle tre

stratigrafie-tipo in cui si suddivide l'area dell'agglomerato, tenendo conto della presenza dei livelli superficiali (*Livello a* e *livello b*) a modesta consistenza meccanica, compressibili ed eterogenei, risulta opportuno trasmettere i carichi nel substrato argilloso e marnoso-trubaceo il cui tetto è posto alla profondità variabile da m. 4,50 dal p.c. a m. 9,00 dal p.c., attraverso la realizzazione di pali in c.a. adeguatamente dimensionati di profondità tale da ammorsarsi per qualche metro del substrato integro (*Livello c*), in relazione alla profondità dello stesso nei vari settori dell'a.i., in modo da oltrepassare suddetti livelli inconsistenti (*vedasi colonne stratigrafiche-tipo*).

- Tale situazione conferma la necessità di **edificare affidando le sollecitazioni statiche** delle fondazioni dei manufatti, in relazione all'entità dei carichi, **al livello C** (substrato) mediante l'adozione di fondazioni indirette su pali, rappresentato dalla formazione argillosa e marnosa, avente caratteristiche tecniche certamente idonee a resistere alle sollecitazioni statiche trasmesse dai manufatti;
- Dal lato idrogeologico-sotterraneo, se si eccettua qualche modesto accumulo idrico sospeso nell'ambito dei terreni detritici superficiali che è stato intercettato nel corso dei sondaggi meccanici, ma comunque di modestissima entità, è da escludere la presenza di rilevanti falde idriche sotterranee che potrebbero disturbare la stabilità delle fondazioni allorchè il versante risulta costituito dall'orizzonte argilloso impermeabile di notevole potenza che non ne consente minimamente la filtrazione in profondità. Non è da escludere, tuttavia, l'ipotesi di modesti potenziali accumuli idrici effimeri sospesi

all'interno della massa clastica superficiale, all'interno della quale è ipotizzabile un qualche irrisorio accumulo idrico. In tal caso, nel corso delle trivellazioni per l'esecuzione dei pali di fondazione, potrebbe valutarsi la necessità di provvedere all'incamiciatura temporanea del primo tratto per tamponare la falda e, allo stesso tempo, contenere i terreni sciolti superficiali.

- In relazione all'omogeneità geopedologica e stratigrafica dei terreni indagati e all'uniformità morfologica, non si è ritenuto utile effettuare alcuna cartografia inerente la zonizzazione geologica, ritenendo dunque superfluo suddividere il territorio in classi di suscettività all'edificazione in relazione agli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici che risultano avere affinità tali da non poter consentire una diversificazione delle varie aree dal punto di vista della stabilità (area stabili e instabili) e delle tipologie fondazionali. Tuttavia, si registra un'acclività maggiore nel versante Nord-Ovest che merita di essere attenzionato maggiormente per la presenza del contatto tra le marne e le argille: come già puntualizzato sopra, a salvaguardia della stabilità di tale pendio occorre curare prioritariamente la canalizzazione e disciplina delle acque ruscellanti e agli altri accorgimenti di difesa dall'erosione sopra descritti;
- La valutazione dello spessore dei terreni intercettati è stato effettuato grazie all'assemblaggio, la comparazione e l'elaborazione delle colonne stratigrafiche acquisite dal materiale cartografico bibliografico raccolto che ha consentito di poter effettuare una correlazione stratigrafica. Tale confronto dei dati ha permesso di effettuare una valutazione sintetica circa la

caratterizzazione stratigrafica, geognostica e geotecnica dei terreni, determinandone gli spessori massimi, definendone la colonna stratigrafica-tipo e la parametrizzazione geotecnica media dei terreni.

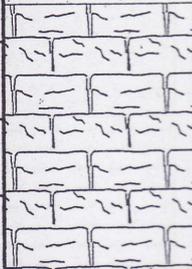
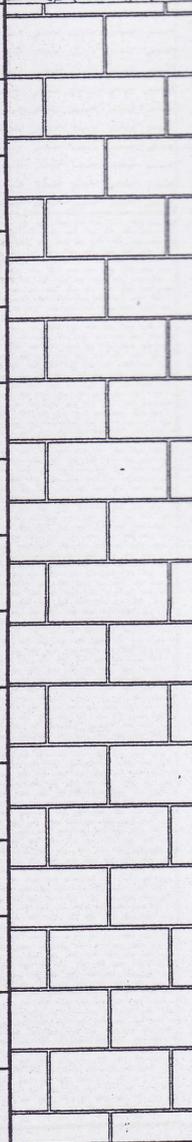
Data, 20/Luglio/2005

Il Geologo

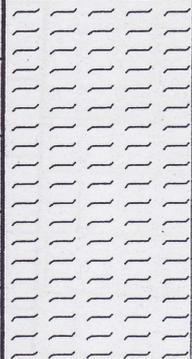
(Dr. Francesco La Mendola)



COLONNA STRATIGRAFICA TIPO settore NW e W	A.I. RAVANUSA Area del Salso	
	Località:	Data:
Comune: RAVANUSA (AG)	Quota s.l.m. : _____	Scala 1/100
	mt	

P.C.	Stratigrafia	Descrizione litologica	Falda	Campioni	
				indist.	Riman.
		Terreno agrario con inclusi litoidi			
		Marne tubacee argillificate			
5		Marne tubacee, inalterate meccanicamente consistenti e fessurate			
-10					
-15					
-20					

COLONNA STRATIGRAFICA TIPO settore centrale e S-E	A.I. RAVANUSA Area del Salso	
	Località:	Data:
Comune: RAVANUSA (AG)	Quota s.l.m. : _____	Scala 1/100
	mt	

P.C.	Stratigrafia	Descrizione litologica	Falda	Campioni	
				indist.	Riman.
		Terreno agrario costituito da sedimenti argillosi salmastri emarnosi			
5		Argille brecciate, alterate, mediamente consistenti			
10		Argille di base di colore grigio-azzurre, meccanicamente consistenti			

COLONNA STRATIGRAFICA TIPO
settore centrale

A.I. RAVANUSA Area del Salso

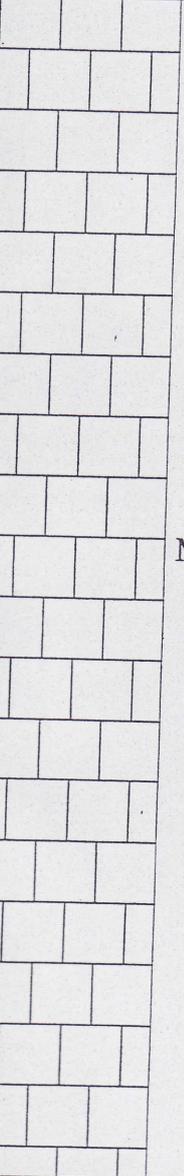
Località:

Data:

Comune: RAVANUSA (AG)

Quota s.l.m. : _____
mt

Scala 1/100

P.C.	Stratigrafia	Descrizione litologica	Falda	Campioni	
				indist.	Riman.
		Materiale di riporto di natura marnoso- trubacea			
5		Marne alterate e marne calcaree consistenti			
-10					
-15					
0					