

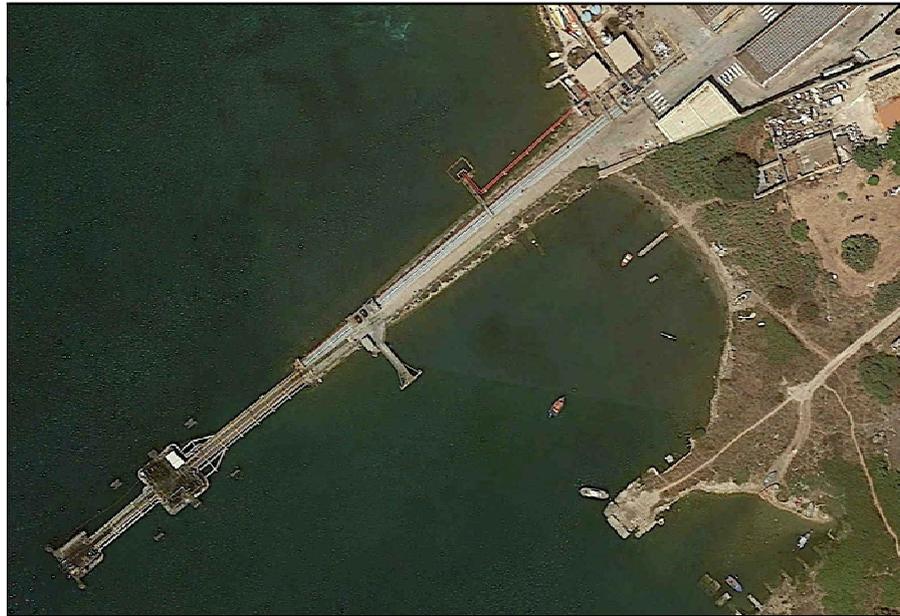


# MAXCOM PETROLI S.P.A.

Via Ravà n. 49  
00142 ROMA



*Antonio Magro*



COMMITTENTE  
client

## MAXCOM PETROLI S.P.A.

OGGETTO  
object

**PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALL'INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE E RIEFFICIENTAMENTO DEL PONTILE MAXCOM UBICATO PRESSO IL DEPOSITO DI CARBURANTI DI AUGUSTA**

TITOLO  
title

**002 Relazioni**  
**002.d Relazione indagini geognostiche e analisi dei prelievi**

General contractor		CONTRATTO contract	SOSTITUISCE IL replaces	SOSTITUITO DAL replaced by	DATA date <b>LUGLIO 2019</b>				
		RESPONSABILE PROGETTO ING. VITTORIO ADDIS		PROGETTISTI ING. VITTORIO ADDIS ING. LUCA REDAELLI	COLLABORAZIONE  DOTT. GEOL. MARCELLO MAGRO				
N.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO				
0	LUGLIO-2019	EMISSIONE	-	-	-				
Dimensioni		Scala	Commessa	numero	Fase	Cat.	Opera	Progressivo	Foglio
-		-	<b>MC</b>	<b>1</b>	<b>D</b>	<b>RE</b>	<b>MS</b>	<b>002</b>	<b>D</b>

 <p><b>Maxcom Petroli SpA</b> Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><b><u>RELAZIONE</u></b> <b><u>INDAGINI</u></b> <b><u>GEOGNOSTICHE E</u></b> <b><u>ANALISI DEI</u></b> <b><u>PRELIEVI</u></b></p>
---	---	---

## Sommario

1	Premessa .....	2
2	Inquadramento Geologico Generale .....	3
3	Assetto Litologico-Strutturale.....	4
4	Condizioni Geologiche locali ed indagini eseguite .....	8
5	Condizioni idrografiche ed idrogeologiche.....	10
6	Tettonica e sismicità.....	10
7	Sismicità dell'area in esame .....	12
8	Indagini eseguite.....	20
9	Caratteristiche fisico – meccaniche dell'ammasso fondale .....	22
10	Opere a mare .....	26
11	Considerazioni conclusive .....	27

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
--	---	--

## 1 Premessa

---

Nell'ambito degli studi ed indagini svolti per la redazione del progetto di riqualificazione ed efficientamento del pontile Maxcom di Augusta è stato condotto uno studio geologico e geotecnico dell'area interessata dalle nuove opere.

In ottemperanza ai contenuti del Decreto Ministeriale 21 Gennaio 1981 ("Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" Pubblicato sulla G.U. R.I. n° 6 del 7 Febbraio 1981), abbiamo, quindi proceduto al controllo delle indagini e prove eseguite in passato e di recente, nonché al rilevamento geologico dell'intera area, al fine di accertare la natura e le caratteristiche (geologiche, giaciture, meccaniche ed idrogeologiche) dei terreni affioranti e posti a modesta profondità, in corrispondenza delle opere previste in progetto.

A tal fine sono stati presi in considerazione, con riferimento alla ristretta area di interesse:

- *la morfologia;*
- *la geologia;*
- *le strutture tettoniche;*
- *la sismicità;*
- *le caratteristiche fisico-meccaniche del sedime affiorante e posto in profondità.*

Nel corso dei sondaggi, eseguiti a mare spinti a profondità di oltre 25 metri, sono stati prelevati campioni con apposito carotiere indisturbato.

Sui campioni estratti (come risulta dagli elaborati geologici e geotecnici allegati al progetto generale) sono stati eseguiti tutti quegli accertamenti e prove necessarie per una buona conoscenza dei valori dei parametri geotecnici caratterizzanti i terreni subsuperficiali e profondi su cui dovranno svilupparsi le opere previste in progetto.

I risultati delle indagini e degli studi condotti, corroborati dai dati già in possesso per

 <p><i>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</i></p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
---	---	--

precedenti lavori eseguiti nell'area, hanno consentito la stesura delle presenti note.

Va, in premessa evidenziato che l'area non presenta segni di movimenti dissestativi potenziali o in atto, pregiudizievoli per la duratura stabilità delle progettate opere.

## **2 Inquadramento Geologico Generale**

---

L'area in esame è situata geograficamente sulla costa sud-orientale della Sicilia e topograficamente ricade interamente nella Tavoletta 1:25.000 Augusta (I S.O.) del foglio 274 della Carta d'Italia, edita dall'Istituto Geografico Militare, e comprende l'intero comprensorio nel quale si sviluppa il territorio comunale di Augusta.

In una suddivisione della Sicilia in settori orogeografici, l'area in studio ricade in quello che viene definito nella letteratura geologica come "Avampese Ibleo". A tale proposito giova ricordare che l'altopiano Ibleo è considerato parte integrante della piattaforma continentale africana in fase di intensa deformazione.

Il plateau si presenta complessivamente come un horst calcareo, allungato in senso NE-SW, delimitato verso Ovest dalla fossa di Caltanissetta, verso Est dalle strutture della scarpata Ibleo-Maltese, verso Nord dalla depressione tettonica Gela-Catania. La regione Iblea è caratterizzata da una tettonica di tipo distensivo con due principali sistemi di dislocazione, rispettivamente NW-SE e NE-SW; tale tettonica ha inizio nel Miocene superiore con il sollevamento della parte centrale del plateau carbonatico e prosegue quindi nel pliocene medio-superiore fino al Pleistocene inferiore.

Le strutture derivanti sono del tipo ad Horst e Graben o a placche monoclinali con ampio raggio di curvatura, debolmente inclinate e fagliate.

Nel Tortoniano si verificano cedimenti accentuati del fondo marino accompagnate da grandi manifestazioni vulcaniche.

La configurazione attuale è il risultato di fasi successive di abbassamento ed innalzamento con conseguenti trasgressioni e regressioni marine.

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
--	---	--

Nel dettaglio, l'altopiano è costituito da una complessa struttura ad Horst e Graben delimitati da diversi sistemi di elementi tettonici lineari di grande estensione che si intrecciano con altri sistemi minori e che lo suddividono in fosse tettoniche secondarie.

Di tali sistemi di faglie, i più evidenti hanno carattere distensivo e direzioni preferenziali NE-SW o NW-SE.

In tale schema deve essere compresa anche la gradinata tettonica che raccorda il ciglio orientale dell'altopiano con i suoi lembi strutturalmente ribassati al di sotto del livello del mare Ionio, ivi compresa l'area in esame.

In armonia con tale schema, quest'ultima vasta area è caratterizzata dalla presenza di numerose formazioni geologiche di età assai diversa, in un assetto reciproco che è determinato essenzialmente dagli eventi di tettonica mio-pliocenica e quaternaria.

Infatti l'evoluzione paleogeografica dell'area è caratterizzata principalmente da quattro cicli sedimentari; al primo appartengono i calcari a rudiste del Cretaceo superiore, al secondo tutti i sedimenti di età oligo-miocenici, al terzo i sedimenti del pleistocene inferiore e al quarto quelli del pleistocene medio.

A questi quattro cicli sedimentari si associano tre fasi eruttive principali, rispettivamente del Cretaceo superiore, del Miocene superiore e del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore.

### **3 Assetto Litologico-Strutturale**

---

Si è accennato che l'area di interesse è costituita da un lembo ribassato dell'altopiano ibleo che ha fatto da scenario ai successivi eventi geologici verificatisi durante tutto il Pliocene - Quaternario.

In età quaternaria questo basamento è stato eroso da una o più superfici di trasgressione marina restando così caratterizzata da una morfologia pianeggiante, simile a quella odierna.

Questa azione di erosione e demolizione della costa da parte del mare è avvenuta

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
--	---	--

asportando in vario modo i tipi litologici presenti, in funzione delle loro differenti caratteristiche meccaniche, e determinando una serie di locali asperità morfologiche più o meno accentuate.

Forme di erosione selettiva si sono inoltre esplicate in maniera preferenziale in corrispondenza di situazioni tettoniche particolari.

A seguito delle ripetute fasi di stasi del fenomeno trasgressivo citato e dei successivi stadi di regressione, le situazioni morfologiche anzidette sono state obliterate dalla deposizione di tutta una serie di depositi, caratterizzati da una estrema variabilità litologica in dipendenza della eterogeneità delle formazioni di origine e dell'ambiente di sedimentazione costiero ad alta energia.

In conseguenza di tutto ciò, da un punto di vista litologico - strutturale, la spianata anzidetta risulta costituita da un basamento roccioso sul quale si sono depositi, in trasgressione, i depositi marini del pleistocene medio-superiore e quelli successivi continentali.

Il basamento in armonia con l'assetto litologico e tettonico dell'altopiano, è caratterizzato da una struttura ad Horst e Graben che determina una estrema variabilità nella sua composizione litologica.

Dalla interpolazione dei dati di rilevamento a vasta scala, esso risulta infatti costituito da tutta la serie di terreni che datano dal Cretaceo al Pliocene medio-inferiore.

A tal fine è stata redatta la Carta Geologica in scala 1:10.000 al fine di inquadrare l'area in esame, da un punto di vista geologico, in un contesto più ampio di quanto non emerga con il solo studio dettagliato della zona di progetto.

Sulla base del rilevamento geologico, dei dati disponibili sia per i numerosi lavori eseguiti nella zona, nonché per la letteratura geologica, la successione stratigrafica che significativamente si può assumere per l'area in studio è la seguente, a partire dai termini più antichi:

**Vulcaniti cretacee.** Affiorano, anche se a piccoli lembi, a Nord dell'area di stretto interesse, nei pressi della Penisola di Magnesi e in Contrada Porte Rosse.

 <p><i>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</i></p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
---	---	--

Si tratta di prodotti vulcanici sottomarini rappresentati in prevalenza da vulcanoclastiti bruno giallastre a grana fine e da brecce a pillows e da filoni basaltici massivi nerastri.

**Calcarei Oligo-Miocenici.** Questa formazione costituisce la dorsale di M.te Tauro, che si estende in direzione NW-SE, nella parte nord orientale dell'area in esame.

Poggia direttamente, sia sulle vulcaniti cretacee che sui livelli di calcari marnosi e marne Eoceniche.

Litologicamente è rappresentata da calciruditi, calcareniti biancastre friabili con resti algali, nella parte bassa, e da biolititi algali, calcareniti e briozoi a Clypeaster, nella parte alta e lateralmente, di età compresa tra l'Oligocene medio e il Miocene medio.

Si presentano sotto forma di un grosso banco calcareo di colore bianco-grigiastro con abbondante macrofauna con individui che talvolta raggiungono dimensioni vistose.

La formazione oltre ad essere ben rappresentata in affioramento è stata raggiunta ed attraversata da diversi pozzi, evidenziando spessori a volte superiori ai 300 metri, mentre in altri casi hanno mostrato degli spessori di pochi metri, soprattutto in vicinanza degli affioramenti di Vulcaniti Cretacee.

Dal punto di vista granulometrico la roccia presenta quasi sempre grana grossolana, nel campo delle calciruditi, e raramente, e solo localmente nel campo delle calcareniti. Presenta una giacitura molto omogenea caratterizzata da una immersione di circa 7-10 gradi in direzione ESE.

Affiorano estesamente lungo tutta la Penisola di Magnesi, elemento paesaggistico rimarchevole, costituito da una penisola legata alla costa da un esile istmo sabbioso.

**Vulcanoclastiti Mioceniche.** Sono rappresentati da tufi caotici mescolati a materiale carbonatico e subordinatamente a prodotti lavici in cui risultano orizzonti di biolititi a coralli con spessori variabili. L'intervallo vulcanoclastico, definito come Formazione Carlentini e a cui viene attribuita un'età riferita al Tortoniano, si presenta in affioramento con spessori variabili.

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
--	---	--

Questa formazione è stata riscontrata in affioramento lungo il corso del fiume Mulinello.

**Calcareni Messiniane.** Al di sopra della formazione vista in precedenza, poggia un modesto livello di calcareniti friabili passanti a marne a lumachelle riferibili alla Formazione di Monte Carruba a cui è stata attribuita un'età compresa tra il Tortonianiano superiore ed il Messiniano inferiore. In profondità, alcuni livelli ascrivibili alla formazione suddetta, che risulta ben esposta ai margini orientali della Penisola di Magnesi, è stata attraversata con spessori di pochi metri.

**Argille Pleistoceniche.** Con giacitura discordante, sia sulle successioni Mioceniche che sulle Vulcaniti Plioceniche, poggiano i depositi riferibili al ciclo sedimentario del Pleistocene inferiore. Questi terreni formano una cintura attorno all'altopiano calcareo s.s. e raggiungono spessori notevoli in corrispondenza delle depressioni strutturali coincidenti con i graben costieri, e quindi con la zona in esame. Le argille, che rappresentano i prodotti della sedimentazione in acque profonde o protette da aree emerse, sono caratterizzate da spessori di pochi metri a oltre 100 metri, con variazioni progressivamente maggiori dall'interno verso la costa e il mare aperto.

Affiorano nella parte centrale e settentrionale dell'area in esame e costituiscono il margine dell'isolotto su cui è edificata la città di Augusta.

Presentano un colore giallastro e segni di degradazione nella parte sommitale per spessori di circa 3 - 8 metri, dovuto al contatto con gli agenti atmosferici, mentre in profondità assumono il caratteristico colore grigio-azzurro, si presentano molto compatte e sono dotate di una buona coesione.

**Calcareni Pleistoceniche.** Sia sui depositi riferiti al ciclo sedimentario del Pleistocene inferiore che sulle formazioni più antiche, si è depositata una coltre di terreni costituiti da sabbie, calcareniti organogene, conglomerati e ghiaie poligeniche.

Tale ammasso presenta giacitura trasgressiva sulle sottostanti argille, con un contatto spesso caratterizzato da superfici di erosione.

Nella zona in esame affiorano estesamente nella parte centrale e meridionale dell'isolotto

 <p><i>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</i></p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
---	---	--

su cui poggia la città di Augusta.

Questi depositi, appartenenti al Pleistocene medio, presentano un colore in affioramento giallo-bruno e sono caratterizzati da una buona compattezza e durezza. Presentano una fitta stratificazione ed a volte risultano associati a livelli conglomeratici lentiformi costituiti da elementi molto arrotondati e dotati di scarsa coesione.

Il loro spessore in affioramento nell'area in esame è di circa 15 - 20 metri e la loro distribuzione fornisce un quadro esauriente della variazioni della linea di costa nel quaternario.

Questi depositi calcarenitici orlano la linea di costa e si spingono, anche se con spessori molto esigui, verso l'interno fino alle quote di circa 160 metri s.l.m..

**Depositi recenti ed attuali.** Comprendono i depositi fluviali, terrazzati recenti ed attuali, le spiagge attuali e le saline costiere. Si tratta di depositi prevalentemente sabbiosi e limo-sabbiosi e vengono riscontrati soprattutto in corrispondenza della fascia costiera e in corrispondenza di pantani e saline.

Hanno uno spessore molto variabile che va da pochi metri ad oltre 10 metri ed assumono un andamento molto spesso lenticolare.

Trattandosi di sedimenti recenti, non hanno subito processi di diagenesi, per cui si presentano molto sature non consolidati e quindi di scadenti caratteristiche meccaniche.

#### **4 Condizioni Geologiche locali ed indagini eseguite**

---

Le opere previste in progetto si sviluppano interamente nell'ambito del territorio comunale di Augusta e nell'area di affioramento di due termini litostratigrafici ben definiti:

- a) limi-argillosi, alluvioni e depositi recenti ed attuali;
- b) argille grigio-azzurre del Pleistocene inferiore (giallastre nella loro porzione superficiale alterata e parzialmente degradata).

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><b><u>RELAZIONE</u></b> <b><u>INDAGINI</u></b> <b><u>GEOGNOSTICHE E</u></b> <b><u>ANALISI DEI</u></b> <b><u>PRELIEVI</u></b></p>
--	---	---

Il quadro generale della situazione, quale si configura allo stato attuale nell'area di interesse, è stato ricostruito mediante il rilevamento geologico allegato.

Al fine, poi, di acquisire dettagliate informazioni circa la locale successione stratigrafica dei termini direttamente o indirettamente interessati dalle opere sono stati eseguiti dei sondaggi in mare ed altri accertamenti ed analisi di laboratorio sui campioni estratti nel corso delle singole perforazioni.

I terreni limo-argillosi ricoprono il fondale con spessori discontinui.

Da un punto di vista litologico sono dei sedimenti attuali e a causa delle condizioni di sotto consolidazione sono del tutto trascurabili quali terreni di fondazione.

Le argille costituiscono la parte superficiale della formazione argillosa pleistocenica e quindi si presentano in parte degradate ed alterate.

Le caratteristiche meccaniche si evolvono rapidamente con la profondità passando da valori discreti a valori elevati.

Verso il basso detto orizzonte evolve gradualmente verso un potente banco di argilla grigia molto compatta. Tali argille costituiscono la parte integra della formazione argillosa di substrato, la più idonea, in verità a ricevere le sollecitazioni indotte dai carichi di progetto.

Possiedono un notevole grado di sovraconsolidazione e ottime caratteristiche meccaniche.

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
--	---	--

## 5 Condizioni idrografiche ed idrogeologiche

---

Si ritiene opportuno fare alcune considerazioni circa l'influenza del Fiume Mulinello nei riguardi di un eventuale interrimento delle darsene provocato dal trasporto solido del corso d'acqua.

Il Mulinello, con un bacino idrografico dell'estensione di appena 44 Km<sup>2</sup> presenta le caratteristiche di una piccola "fiumara", senza averne tuttavia la pericolosità, nel senso che appare praticamente improbabile il verificarsi di eventi di piena come spesso avvengono nelle fiumare vere e proprie.

Infatti il regime a piovosità assai ridotto per la zona, la scarsa portata media del fiume, la ridotta pendenza dell'asta fluviale, la sua sinuosità specie nel tratto tra C. Mangano e la Masseria Mulinello, il fatto che sul greto del fiume in alcuni tratti a monte insistono coltivazioni in pianta stabile di agrumeti, fanno ritenere l'assenza delle condizioni tipiche per una importante portata liquida e di conseguenza di trasporto di materiale solido verso mare.

Una indagine sul posto, seppure con notizie di carattere storico-recenti, ha permesso di rilevare che la foce del fiume non ha subito apprezzabili variazioni di configurazione nel tempo e tale stabilità morfologica conferma una scarsa attività nel regime delle portate solide e liquide dell'asta fluviale. La formazione poi di piccole barre sabbiose che riducono il lume della foce (riva destra) testimonia che i fenomeni connessi all'ondazione, poco rilevante trattandosi di un braccio di mare chiuso, sono già sufficienti a contrastare la capacità di trasporto della corrente fluviale consentendo un accumulo di materiale presso la foce stessa.

## 6 Tettonica e sismicità

---

Come detto in precedenza, l'area esaminata occupa l'attuale bordo orientale dell'Avampese Ibleo ed è delimitata a nord dal sistema di faglie Lentini-Agnone, ad ovest dall'altipiano calcareo s.s. rappresentato da un horst calcareo delimitato a NW dal sistema Comiso-Chiaramonte, Monterosso-Pedagaggi ed a SE dal sistema Ispica-Rosolini ambedue

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
--	---	--

con direzione NE-SW, a sud dalla dorsale Melilli-M.ti Climiti e ad est verso il largo dalla Scarpata Ibleo Maltese.

La zona in esame ricade geologicamente nel graben di Augusta, formato da depositi pleistocenici che colmano una depressione strutturale limitata da piccoli horst, ricoperti solo in parte dai sedimenti quaternari.

Il graben di Augusta è delimitato ad est da rilievi calcarei, l'horst di M.te Tauro, Cozzo Gisira, Cozzo Telegrafo, mentre a SW è interrotto dall'horst di Costa Mendola.

Dal punto di vista strutturale, possiamo individuare tre sistemi di faglie che ricadono nell'area in studio, uno con direzione NW-SE e gli altri due con direzione ENE-WSW e NNW-SSE.

Per quanto riguarda il primo sistema con direzione NW-SE, tali faglie erano già delimitate nel quaternario inferiore e risultano essere il risultato di faglie attive durante il Pliocene, che hanno determinato la formazione di scarpate, delimitate da horst, e successivamente riempite dai sedimenti quaternari (graben di Augusta).

I sistemi di faglie più recenti sono quelli con direzione ENE-WSW, che oltre ad intersecare il sistema descritto in precedenza, crea delle dislocazioni mettendo a contatto i depositi pleistocenici con i calcari oligo-miocenici. Questo sistema si sarebbe sviluppato tra il pleistocene inferiore e il medio.

Il sistema diretto NNW-SSE, attivo per tutto il quaternario, è parallelo al sistema della scarpata Ibleo-Maltese.

D'analisi tettonica descritta in grandi linee, emerge con rilevanza come l'altopiano Ibleo è da considerarsi ad elevato rischio sismico. Questo giustifica come la zona in esame sia stata inclusa nelle località sismiche di II categoria in virtù del Decreto Ministeriale LL. PP. n°314 del 14 Novembre 1981 concernente "L'aggiornamento delle zone sismiche della Regione Sicilia".

Tale caratteristica, che ha avuto una ulteriore conferma nel terremoto del 13 Dicembre

 <p><b>Maxcom Petroli SpA</b> Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><b><u>RELAZIONE</u></b> <b><u>INDAGINI</u></b> <b><u>GEOGNOSTICHE E</u></b> <b><u>ANALISI DEI</u></b> <b><u>PRELIEVI</u></b></p>
---	---	---

1990, è stata data in considerazione anche del notevole incremento demografico ed industriale della zona.

A tal fine, come si vedrà nelle pagine seguenti, sono state esaminate le Mappe Isosismiche, per tutti i terremoti che si sono verificati nell'Avampese Ibleo dall'anno 1000 in poi, eventi con ipocentro a mare al largo della costa tra Augusta e Catania, ma non mancano eventi con ipocentro sulla terra. Tutti questi eventi si sono verificati per riattivazione del sistema di faglie legata alla scarpata Ibleo-Maltese.

## **7 Sismicità dell'area in esame**

---

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 e con il D.M del 14/01/2008 il Comune di Augusta, sulla base del documento "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale" elaborato dal Gruppo di Lavoro costituito sulla base della risoluzione della Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei grandi rischi, è stato dichiarato appartenente alla zona 2.

<b>ZONA</b>	<b>VALORE DI <math>a_g</math></b>
<b>1</b>	<b>0,35g</b>
<b>2</b>	<b>0,25g</b>
<b>3</b>	<b>0,15g</b>
<b>4</b>	<b>0,05g</b>

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
--	--	--

Le presenti norme disciplinano la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni.

Le costruzioni devono essere dotate di un livello di protezione antisismica differenziato in funzione della loro importanza e del loro uso e quindi delle conseguenze più o meno gravi di un loro danneggiamento per effetto di un evento sismico.

A tal scopo sono state istituite diverse categorie di importanza a ciascuna delle quali è associato un fattore  $\gamma_1$  detto “**fattore di importanza**”.

Tale fattore amplifica l'intensità dell'azione sismica di progetto rispetto al valore che per essa si assume per costruzioni di ordinaria importanza (azione sismica di riferimento).

Il fattore di importanza si applica in egual misura all'azione sismica da adottare per lo stato limite di collasso e per lo stato limite di danno.

#### Categoria del suolo di fondazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è stata definita la categoria della sezione stratigrafica del suolo di fondazione; nel caso in oggetto, dall'indagine sismica eseguita con metodologia MASW nell'area adiacente a quella di intervento e si sono ottenuti valori delle  $V_{s30}$  di 251 m/sec con un suolo ricadente in **Categoria C** (Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità).



Maxcom Petroli SpA  
Via A. Ravà n. 49  
00142 Roma

Progetto definitivo relativo all'intervento di  
riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom  
ubicato presso il deposito carburanti di Augusta

RELAZIONE  
INDAGINI  
GEOGNOSTICHE E  
ANALISI DEI  
PRELIEVI

Per quanto attiene le condizioni topografiche del sito in studio, dato che siamo in presenza di superfici pianeggianti e sub-pianeggianti con inclinazione media  $\leq 15^\circ$ , si può attribuire la categoria T1, così come riportato nella tabella seguente:

CATEGORIA	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i \geq 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

#### Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento

La vita nominale di un'opera va intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Per opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali la vita nominale da assumere come riferimento è  $v = 50$  anni, così come riportato nel D.M. del 14/01/2008.

Come classe d'uso, dato che si tratta di costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, si assume la classe II.

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
--	--	--

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Nel caso in oggetto  $V_R = 50$ .

Pericolosità sismica di base

Le azioni di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{V_R}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{V_R}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima del sito

$F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

$T^*c$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Detti valori sono stati calcolati con il software Geostru-PS a cura di Geostru (Nuove Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008), che determina i parametri sismici data la latitudine e la longitudine del sito di interesse (Ved. Tabella A allegata).



Maxcom Petroli SpA  
Via A. Ravà n. 49  
00142 Roma

Progetto definitivo relativo all'intervento di  
riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom  
ubicato presso il deposito carburanti di Augusta

RELAZIONE  
INDAGINI  
GEOGNOSTICHE E  
ANALISI DEI  
PRELIEVI

Nel sito in studio, dati i valori di:

**Latitudine 37°.23949**

**Longitudine 15°.19181**

Corrispondono, per SLC i seguenti valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*c$  :

<b>Stato Limite</b>	<b>Tr</b>	<b><math>a_g</math></b>	<b><math>F_0</math></b>	<b><math>T^*c</math></b>
SLO	30	0,044	2,496	0,258
SLD	50	0,061	2,509	0,269
SLV	475	0,237	2,267	0,422
SLC	975	0,340	2,351	0,467

### Spettro di risposta elastico

Il moto sismico di ciascun punto del suolo al di sotto della costruzione, può essere decomposto in componenti secondo tre direzioni ortogonali; per ciascuna componente dell'azione sismica può essere fornita una rappresentazione puntuale mediante la sola accelerazione massima attesa, mediante l'intero spettro di risposta o mediante storie temporali dell'accelerazione (accelerogrammi). Qualora la costruzione sia di dimensioni limitate o le sue

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
--	---	--

fondazioni siano sufficientemente rigide e resistenti, come nel caso in studio, si può assumere che il moto sia lo stesso per tutti i punti al di sotto della costruzione.

La rappresentazione di riferimento per le componenti dell'azione sismica è lo spettro di risposta elastico in accelerazione per uno smorzamento convenzionale del 5%.

Esso fornisce la risposta massima in accelerazione del generico sistema dinamico elementare con periodo di oscillazione  $T \approx 4$  s ed è espresso come il prodotto di una forma spettrale per l'accelerazione massima del terreno.

**La categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche incidono sullo spettro elastico di risposta.**

Specificatamente, l'accelerazione spettrale massima dipende dal coefficiente  $S = S_S \times S_T$  che comprende gli effetti delle amplificazioni stratigrafica ( $S_S$ ) e topografica ( $S_T$ ).

Per le componenti orizzontali dell'azione sismica, il periodo  $T_C$  di inizio del tratto a velocità costante dello spettro, è funzione invece del coefficiente  $C_C$ , dipendente anch'esso dalla categoria del sottosuolo.

**Il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$**  è definito in funzione delle condizioni topografiche riportate nella seguente Tabella:



Maxcom Petroli SpA  
Via A. Ravà n. 49  
00142 Roma

Progetto definitivo relativo all'intervento di  
riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom  
ubicato presso il deposito carburanti di Augusta

RELAZIONE  
INDAGINI  
GEOGNOSTICHE E  
ANALISI DEI  
PRELIEVI

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S <sub>T</sub>
T1		1,0
T2	In corrispondenza della sommità di un pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Per le **componenti orizzontali dell'azione sismica il coefficiente S<sub>s</sub>** è definito nella Tabella seguente:

Categoria sottosuolo	S <sub>s</sub>	C <sub>c</sub>
A	1,0	1,0
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \times F_0 \times (a_g/g) \leq 1,20$	$1,10 \times (T^*c)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \times F_0 \times (a_g/g) \leq 1,50$	$1,05 \times (T^*c)^{-0,33}$

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
--	--	--

D	$0,90 \leq 2,40 - 1,10 \times F_0 \times (a_g/g)$ $\leq 1,60$	$1,25 \times (T^*c)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \times F_0 \times (a_g/g)$ $\leq 1,60$	$1,15 \times (T^*c)^{-0,40}$

Esso è il rapporto tra il valore dell'accelerazione massima attesa in superficie e quello su sottosuolo di categoria C ed è definito in funzione della categoria di sottosuolo e del livello di pericolosità sismica del sito (descritto dal prodotto  $F_0 a_g$ ).

#### Calcolo coefficienti sismici

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti  $k_h$  e  $k_v$  in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta \times (a_{max}/g)$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

dove:

**$k_h$**  rappresenta il coefficiente sismico orizzontale;

**$k_v$**  rappresenta il coefficiente sismico verticale;

**$a_{max}$**  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

**$g$**  accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

 <p><b>Maxcom Petroli SpA</b> Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><b><u>RELAZIONE</u></b> <b><u>INDAGINI</u></b> <b><u>GEOGNOSTICHE E</u></b> <b><u>ANALISI DEI</u></b> <b><u>PRELIEVI</u></b></p>
---	---	---

$$a_{\max} = S_S \times S_T \times a_g$$

Pertanto:

	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>
<b>kh</b>	0,013	0,018	0,092	0,116
<b>kv</b>	0,007	0,009	0,046	0,058
<b>amax</b>	0,644	0,895	3,211	4,066
<b>β</b>	0,200	0,200	0,280	0,280

## 8 Indagini eseguite

---

Nell'area di stretta pertinenza del pontile, sono stati eseguiti n° 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo denominati S1, S2 ed S3, spinti fino ad una profondità di 25 metri dal livello del mare.

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata una sonda idraulica cingolata Marca CMV 600 MK, provvista in testa di rotazione azionata da motore idraulico a cilindrata variabile e cambio idraulico.

Le perforazioni sono state eseguite, con l'ausilio del carotiere semplice diametro  $\Phi = 101$  mm e corone di Widia prevalentemente a secco utilizzando minime quantità di fluido di perforazione.

 <p><i>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</i></p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><b><u>RELAZIONE</u></b> <b><u>INDAGINI</u></b> <b><u>GEOGNOSTICHE E</u></b> <b><u>ANALISI DEI</u></b> <b><u>PRELIEVI</u></b></p>
---	---	---

Le carote estratte sono state sistemate e catalogate in apposite cassette in pvc con scomparti divisorii indicando denominazione del sondaggio, il numero della cassetta e le quote progressive di prelievo.

Sulla base dei risultati delle perforazioni è stato possibile ricostruire dall'alto verso il basso la successione litostratigrafica.

Durante la fase di perforazione, sono stati prelevati n° 2 campioni indisturbati a diverse profondità per le prove di laboratorio.

Un prelievo è stato effettuato nel sondaggio S3 nel primo metro di profondità dal fondale al fine di poter determinare il codice CER, ed ha interessato i fanghi di superficie, mentre il secondo prelievo è stato effettuato nel sondaggio S2 alla profondità compresa tra 13.50 e 14.00 metri dal fondale per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni, ed ha interessato la formazione argillosa grigio-azzurra.

Sul campione prelevato di tipo indisturbato sono state eseguite all'interno del laboratorio analisi geotecniche - associato ALGI n° 109/97 autorizzato "Settore Terre" art. 59 DPR 380/2001 STC Decreto n° 54980 del 04/04/2006 M.T.R. - Meccanica Terre e Rocce del dott. geol. Filippo Furia le seguenti principali prove:

- limiti di Atterberg;
- Analisi granulometriche per vagliatura;
- Determinazione del peso di volume;
- Contenuto naturale d'acqua;
- Prove edometriche;
- Prove triassiali;

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
--	---	--

- Prove di taglio diretto.

Le prove sono state eseguite adottando le nozioni tecniche riportate nel Registro "Procedure tecniche" conformi alle specifiche più ricorrenti (ASTM, BS, UNI).

## **9 Caratteristiche fisico – meccaniche dell'ammasso fondale**

---

I sondaggi e le prove di laboratorio eseguite relative al progetto del pontile sono stati ubicati nei punti particolarmente significativi.

Lo scopo era, pertanto, quello di avere un'indagine abbastanza estesa con una frequenza di punti tale da dare un quadro sufficiente delle condizioni litologiche e giaciture di tutto il sottosuolo interessato;

Inoltre, si è cercato di spingere il più possibile in profondità l'esame geognostico diretto; si è raggiunta, così, una quota massima di (-25.00 m) dal livello medio del mare (l.m.m.).

Una prima visione dell'andamento stratigrafico del sottosuolo e delle sue caratteristiche meccaniche si ha dall'esame particolare delle singole stratigrafie.

Dall'analisi attenta dei numerosi dati in nostro possesso emerge un quadro geotecnico definito e abbastanza continuo, sia pure con l'interferenza di qualche elemento eterogeneo, che però è solo locale e tale da non alterare l'andamento generale della situazione.

Dal punto di vista delle proprietà indici, in particolare dai limiti di Attenberg, i terreni esaminati sono tutti a prevalenza argillo-limosa; i valori assoluti di  $W_I$  e  $W_p$  abbracciano un campo

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
--	---	--

abbastanza vasto, che va dal 30% per Wp all'80% per WI, come pure la loro differenza  $WI - Wp = Ip$  (cioè l'indice di plasticità) che va da 10 a 40, senza una particolare preferenza di ubicazione.

D'altra parte ciò è comprensibile se si pensa alla sedimentazione avvenuta in ambiente marino con variazioni dei contenuti limosi e argillosi succedutesi nei diversi periodi di tempo.

Sono stati individuati nettamente due strati di terreni argillo-limosi uno superficiale di spessore fino a 7 - 9 metri circa ed uno susseguente, di cui lo spessore è notevolmente maggiore, comunque oltre le profondità esaminate.

Il primo strato superiore ha un contenuto d'acqua che si colloca vicino al valore del WI o addirittura, lo supera, significando uno stato di sottoconsolidamento e di forte inconsistenza.

La resistenza  $R_p$  praticamente è nulla in corrispondenza di tali terreni, almeno per i primi metri, finchè si incontra il banco compatto sovraconsolidato, rappresentato dalla formazione delle argille grigio-azzurre.

Quest'ultimo ha un tenore d'acqua sempre prossimo al Wp o anche inferiore, e, corrispondentemente, la resistenza di punta si attesta su valori di 30, che è molto elevata per terreni coerenti.

In questo banco di argilla-limoso compatta le numerose prove effettuate, sia in situ che in laboratorio, hanno permesso di considerare cinque determinazioni diverse della resistenza al taglio per ogni campione di terreno, delle quali si può considerare un valore medio, con buona attendibilità, quindi, dei risultati.

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><b><u>RELAZIONE</u></b> <b><u>INDAGINI</u></b> <b><u>GEOGNOSTICHE E</u></b> <b><u>ANALISI DEI</u></b> <b><u>PRELIEVI</u></b></p>
--	---	---

Mentre la resistenza al taglio, espressa in termini di coesione non drenata  $C_u$ , dei fanghi inconsistenti superiori assume entità praticamente trascurabili (0,1 Kg/cm<sup>2</sup>), quella dell'argilla compatta si porta su valori compresi fra 1.2 e 2.1 Kg/cm<sup>2</sup> con una media, che può essere generalizzata, di 1.5 Kg/cm<sup>2</sup> (14.7 N/cm<sup>2</sup>).

La delimitazione netta di comportamento e di resistenza dei due strati, sopra definiti, esistenti in mare, si ripete in un certo senso, anche nell'area emergente, ma la differenza non è così netta.

I limi argillosi superficiali assumono qui una certa consistenza, che può essere caratterizzata da un valore medio della compressione semplice di 0.5 Kg/cm<sup>2</sup> e che in qualche caso può rappresentare un valore accettabile per certi tipi di opere e strutture.

Le argille compatte sono caratterizzate da indici di compressibilità molto bassi, che conducono a valori trascurabili dei cedimenti per il campo di sollecitazione imposto dalle strutture portuali.

Le argille superficiali a terra danno invece degli indici di compressibilità che permettono una valutazione dei cedimenti sotto carico, qualora esse siano interessate da qualche carico superficiale, in maniera da poter accettare o meno la loro presenza nello stato in cui si trovano.

In considerazione dei dati sopradescritti, dal punto di vista geotecnico è possibile distinguere, in tutta l'area in progetto, uno strato superficiale costituito da terreni limo-argillosi, definito per comodità, livello A la cui potenza massima è di circa 3 -3.50 metri a cui seguono i



Maxcom Petroli SpA  
Via A. Ravà n. 49  
00142 Roma

Progetto definitivo relativo all'intervento di  
riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom  
ubicato presso il deposito carburanti di Augusta

RELAZIONE  
INDAGINI  
GEOGNOSTICHE E  
ANALISI DEI  
PRELIEVI

sedimenti argillo-limosi appartenenti alla formazione delle argille grigio-azzurre, definito livello B, caratterizzato da uno strato superficiale con argille normal consolidate di colore giallastro, la cui potenza massima è di 6-7 metri ed uno strato più profondo con argille sovra consolidate di colore grigio-azzurro e la cui potenza è nettamente superiore a quella investigata.

Sulla base delle prove geotecniche in sito e delle analisi di laboratorio è possibile, sinteticamente, attribuire a tali livelli le seguenti caratteristiche geotecniche:

#### **LIVELLO A** – Depositi recenti

Limi-argillosi normal consolidati soffici (da 0 a circa m 3 ÷ 3.50)

Peso di volume naturale (medio)  $\gamma' = 1.50 \div 1.70$  t/mc;

Angolo di attrito interno  $\varphi_u = 5^\circ$ ;

Coesione non drenata  $C_u = 0.00$  t/mq;

#### **LIVELLO B** – Argille-marnose (giallastre) normal consolidati (da 3.50 a circa m 7 ÷ 9)

Peso di volume naturale (medio)  $\gamma' = 1.90 \div 2.50$  t/mc;

Angolo di attrito interno  $\varphi_u = 17^\circ - 19^\circ$ ;

Coesione non drenata  $C_u = 2.1 \div 2.6$  t/mq;

Argille-marnose (grigio-azzurre) integre sovra consolidate (oltre m 7 ÷ 9)

Peso di volume naturale (medio)  $\gamma' = 1.95 \div 2.70$  t/mc;

Angolo di attrito interno  $\varphi_u = 20^\circ \div 24^\circ$ ;

Coesione non drenata  $C_u = 2.5 \div 2.9$  t/mq

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><u>RELAZIONE</u> <u>INDAGINI</u> <u>GEOGNOSTICHE E</u> <u>ANALISI DEI</u> <u>PRELIEVI</u></p>
--	---	--

## 10 Opere a mare

---

Il criterio progettuale dal punto di vista strutturale è certamente vincolato dalla presenza di uno strato superficiale di fango marino molle-fluido e, fortunatamente, da un banco di argilla assai compatto.

Le strutture di ormeggio e di accosto essendo destinate a sopportare sollecitazioni tangenziali di un certo rilievo devono necessariamente essere realizzati con pali che verranno immorsati entro la formazione di base costituita da argille grigio-azzurre sovraconsolidate.

Le buone caratteristiche geotecniche di questa formazione sia in termini di resistenza ultima a rottura in condizioni non drenate, che dei parametri di deformabilità, sono senz'altro garanti della stabilità delle opere fondazionali nel tempo.

Può, facilmente, desumersi che le prove, indagini ed accertamenti diretti eseguiti hanno consentito di individuare, con estrema precisione ed attendibilità, i parametri resistenti e i valori dei parametri geotecnici dei terreni direttamente interessati dalle sollecitazioni di progetto.

In particolare, per quanto specificatamente attiene alle formazioni coesive (argillose ed argillo-limose), la coesione non drenata ( $C_u$ ) delle argille assume valori prossimi a 4-6 tonn/mq. Tali valori tendono ad aumentare con la profondità sino a raggiungere punte anche eccedenti le 20 tonn/mq.

L'andamento della coesione dei terreni con la profondità è stato riportato in opportuni diagrammi di chiara e semplice lettura; nei diagrammi, che sono stati allegati alle sezioni stratigrafiche scelte per tale progetto, sono state tracciate due curve, interpolando la media delle misure di resistenza al taglio  $C_u$  eseguite in foro di sondaggio ed in laboratorio su campioni indisturbati. La linea continua offre il valore medio di  $C_u$  della formazione di base, non essendo stati considerati i depositi limo-argillosi superficiali di scadenti caratteristiche geotecniche (valore di  $C_u$  prossimo a 0).

Negli stessi diagrammi per comodità d'impiego nei calcoli progettuali, si è pure tracciata



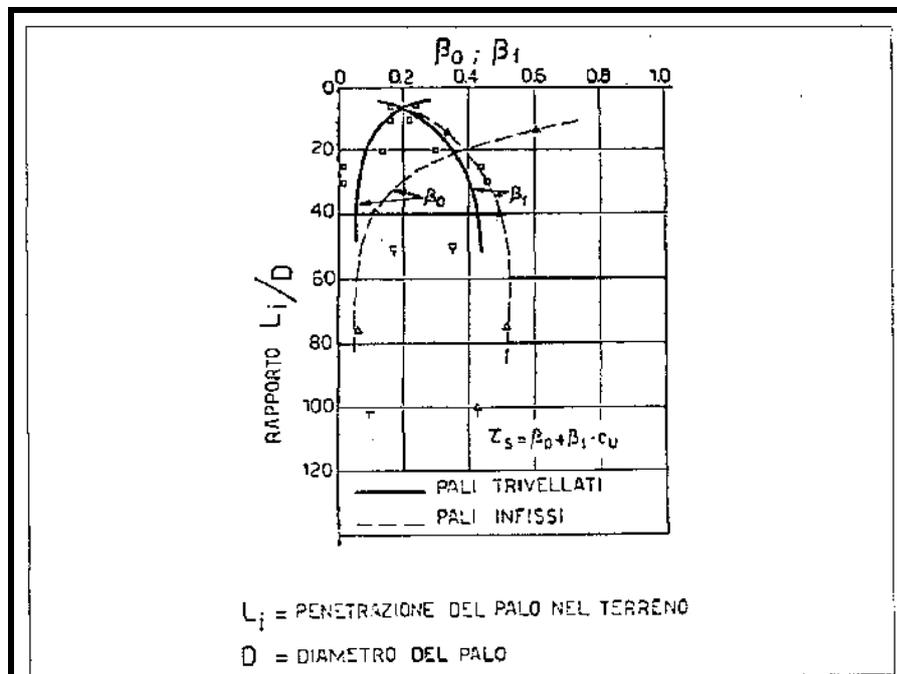
Maxcom Petroli SpA  
Via A. Ravà n. 49  
00142 Roma

Progetto definitivo relativo all'intervento di  
riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom  
ubicato presso il deposito carburanti di Augusta

RELAZIONE  
INDAGINI  
GEOGNOSTICHE E  
ANALISI DEI  
PRELIEVI

una curva del coefficiente di adesione  $f$  palo-terreno, che permette il dimensionamento ed il calcolo della portata delle fondazioni profonde.

Poiché la formazione di base è costituita da argille sovraconsolidate la curva del coefficiente di adesione  $f = \alpha C_u$  è stato valutato il fattore  $\alpha = 0.45$  (ved. Fig.2 – da Wright, 1977).



( FIG. 2 – CALCOLO DI  $\tau_s$  – secondo WRIGHT- 1977)

## 11 Considerazioni conclusive

---

In conclusione i dati sopra citati, insieme a quelli emersi nel corso dei "localizzati accertamenti diretti" di recente hanno fornito tutti quegli elementi geologico-tecnici necessari per valutare e determinare il sistema fondale più opportuno e più consono alle opere da realizzare.

 <p>Maxcom Petroli SpA Via A. Ravà n. 49 00142 Roma</p>	<p><i>Progetto definitivo relativo all'intervento di riqualificazione e riefficientamento del pontile Maxcom ubicato presso il deposito carburanti di Augusta</i></p>	<p><b><u>RELAZIONE</u></b> <b><u>INDAGINI</u></b> <b><u>GEOGNOSTICHE E</u></b> <b><u>ANALISI DEI</u></b> <b><u>PRELIEVI</u></b></p>
--	---	---

La situazione generale, specie quella geotecnica, si può dire delineata in maniera che la scelta della tipologia delle opere si può considerare ristretta a pochi schemi.

Le caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche strutturali e la sismicità sono del tutto simili a quelle di progetto preliminare, quindi in fase di progettazione definitiva ed esecutiva bisogna tener conto di tutti quegli accorgimenti descritti in precedenza (opere a mare).

Dal punto di vista sismico, è bene ricordare il terremoto del 13 Dicembre 1990, che non ha arrecato alcun danno alla struttura esistente, in quanto progettati e realizzati in base al "Terremoto di progetto", cioè quell'evento avvenuto nel 1693 con intensità pari all'XI grado della scala Mercalli modificata, essendo esso il massimo terremoto avvenuto nell'area e quindi, secondo le normative in vigore, il massimo terremoto atteso, in base al quale bisogna calibrare tutta la progettazione urbanistica ed industriale.