

VIA A. DE STEFANO, 13
91016-ERICE (CASA SANTA) - TP
TEL/FAX-0923.538657-330.380042
E-MAIL-FCRIGEO@LIBERO.IT

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E AMBIENTALE
DOTT. GEOL. CRISCENTI FRANCESCO

REGIONE SICILIANA
COMUNE DI TRAPANI



STUDIO IDROGEOLOGICO-AMBIENTALE RELATIVO AL PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA DI UNO STABILIMENTO INDUSTRIALE SITO NELLA ZONA INDUSTRIALE DI TRAPANI C/DA CRETA FORNAZZO SNC, CENSITO AL N.C.E.U. AL F. 25, PART. 849 SUB. 1, ESEGUITO MEDIANTE UN INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA



RELAZIONE GEOLOGICA

DITTA:
IMC SPA _____



Erice, lì Agosto 2025

REGIONE SICILIANA
COMUNE DI TRAPANI

OGGETTO: il progetto di riqualificazione edilizia di uno stabilimento industriale sito nella zona industriale di Trapani, C/da Creta Fornazzo snc, censito al N.C.E.U. al F. 25, part. 849 sub. 1, eseguito mediante un intervento di manutenzione straordinaria.

STUDIO IDROGEOLOGICO-AMBIENTALE

1 - PREMESSE

Il presente rapporto, eseguito su incarico ricevuto dalla Società *Industrie Metallurgiche Cardinale S.P.A.* brevemente ***I.M.C. S.P.A.***, P.IVA 01855490817 sede legale in Trapani zona industriale A.S.I. Via G. Fardella, proprietaria dell'immobile in questione, ha lo scopo di verificare, dal punto di vista idrogeologico, (ai sensi dell'art.5 della delibera del Comitato Interministeriale per la tutela delle acque dall'inquinamento -CITAL- del 04/02/1977 e degli artt.21/28 e 38/40 della Legge Regionale n°27 del 15/05/1986, degli artt.28-29 del D.Lgs 152/99 del 11/05/1999 e successiva integrazione dell'art.116 della Legge Regionale n°2 del 26/03/2002 e art.113 della Legge Regionale n°4 del 16/04/2003, degli artt.103-104 del D.Lgs 152/06 del 03/04/2006 e ss.mm.ii.) i rapporti che si verrebbero a creare tra i reflui prodotti dai servizi igienici delle strutture sottoposti a trattamenti depurativi e il ricettore finale (sottosuolo dell'area in questione).

Bisogna, quindi, appurare se i litotipi (corpo ricettore) su cui sorgeranno le strutture in oggetto, hanno le caratteristiche tali da incamerare le acque prodotte e se quindi hanno un'ulteriore e idonea capacità di assorbimento e di autodepurazione al fine di poter prevedere e dimensionare correttamente le opere di dispersione relative ai liquidi prodotti e provenienti dalla fossa imhoff.

Tale scelta, concordata con gli Organi competenti per il territorio, si è resa necessaria in quanto la zona in cui verranno realizzate le strutture risulta carente di infrastrutture deputate a tal scopo.

Le caratteristiche dell'insediamento, impongono una cautela e limitano la scelta delle soluzioni da adottare nel contesto ambientale.

I liquidi prodotti e provenienti dai servizi igienici potranno essere incanalati tramite collettore all'impianto di depurazione del sito (fossa imhoff), dove subiranno trattamenti tali da garantire un "effluente" le cui caratteristiche qualitative saranno rispondenti ai limiti tabellari previsti (allegato 5, tab. 3, D.Lgs. 152/99 e 152/06 e s.m.i.).

Si dovranno quindi verificare dei margini di sicurezza nei riguardi delle acque circolanti nel sottosuolo e destinate al servizio potabile e/o di irrigazione.

L'area interessata ricade nella parte sud della Tavoletta di Trapani, F.248 III S.O. della Cartografia Ufficiale redatta dall'I.G.M.I., e in particolare, da come si evince dallo stralcio catastale allegato, in scala 1:2.000, al N.C.T. di Trapani al foglio n. 25 particella 849 sub.1 del Comune di Trapani.

Il sito, nel dettaglio, è facilmente individuabile attraverso le seguenti coordinate geografiche: 38,001365 Lat. Nord e 12,53923 Long. Est.

Lo studio si è avvalso del consueto rilievo di superficie dei litotipi affioranti nelle aree limitrofe, esteso ad un intorno di territorio opportunamente vasto, per consentire una ricostruzione più attendibile del modello geologico ivi presente.

Successivamente utilizzando un pozzetto esplorativo eseguito nel lotto interessato, al fine di verificare alcuni orizzonti superficiali (circa -3.00 m. di profondità dal p.c.), eseguito il 07.08.2025, si è potuto risalire con maggior precisione all'andamento del substrato e alle caratteristiche litostratigrafiche e idrogeologiche generali dei litotipi presenti nella zona; aspetto di fondamentale importanza per definire un corretto dimensionamento della fossa imhoff a servizio della struttura e del relativo smaltimento.

I risultati raggiunti dallo studio, sono da considerare approssimati nei limiti consentiti dal metodo d'indagine utilizzato e risultano anche illustrati nei seguenti elaborati grafici:

- Stralcio aerofotogrammetrico della zona, in scala 1:10.000;
- Stralcio catastale della zona, in scala 1:2.000;
- Planimetria del lotto in scala 1:100, con ubicazione fosse imhoff;
- Carta Geologica, Geomorfologica e Idrogeologica, in scala 1:10.000;
- Colonna litostratigrafica tipo in scala 1:100;
- Documentazione fotografica, pozzetto esplorativo.

1.1 - Stato dei luoghi e interventi da progettare

L'immobile oggetto del presente intervento risulta attualmente costituito da tre corpi di fabbrica distinti, di cui due edificati in aderenza e tra loro comunicanti, insistenti su un lotto di forma pressoché rettangolare, posizionato strategicamente tra Via Vincenzo Baviera e Via Giovanni Lipari, all'interno della zona industriale del Comune di Trapani e dista circa 1.2 Km in direzione SW, rispetto l'abitato di Trapani.

Complessivamente la zona si presenta subpianeggiante e dal

punto di vista planoaltimetrico presenta una quota assoluta s.l.m. di circa 3.5 m.

LO STATO ATTUALE: All'interno del perimetro aziendale sono attualmente presenti:

- un edificio secondario, di modeste dimensioni e sviluppato su due livelli fuori terra, destinato a uffici amministrativi e residenza del custode, realizzato con struttura intelaiata in calcestruzzo armato, tamponature in laterizio e solai in laterocemento;
- due capannoni industriali destinati alla produzione industriale, composti da due corpi adiacenti collegati internamente, entrambi realizzati con struttura portante metallica (pilastri e capriate in acciaio), copertura in lamiera grecata. Le strutture principali erano precedentemente dedicate a un ciclo produttivo complesso, consistente nel trattamento superficiale di profilati metallici, attraverso le seguenti fasi:

- Pulizia preliminare e sgrassaggio chimico;
- Fosfocromatazione in vasche apposite;
- Verniciatura a spruzzo o immersione;
- Essiccazione in forno ventilato;
- Imballaggio finale.

Nella zona nord-est del lotto sono ancora presenti vasche interrato in calcestruzzo armato, originariamente utilizzate come serbatoi per l'acqua di lavaggio proveniente dai cicli di trattamento dei profilati. Attualmente inutilizzate, tali vasche saranno riconvertite funzionalmente e destinate all'accumulo delle future acque di raffreddamento impiegate nel ciclo produttivo interno allo stabilimento.

Il sistema di smaltimento delle acque reflue sanitarie, provenienti dai servizi igienici dislocati nei diversi corpi di fabbrica, è costituito da una vasca Imhoff e relativo sistema di sub-irrigazione, ubicato sul lato sud del lotto, conforme alle normative locali all'epoca vigenti.

La quasi totalità dell'area esterna risulta asfaltata, e dotata di rete di drenaggio pluviale, costituita da:

- Caditoie a griglia zincata;
- Tubazioni interrate in PVC rigido;
- Recapito finale al sistema di drenaggio IRSAP, situato nel sottosuolo delle vie pubbliche adiacenti.

Attualmente l'immobile si presenta completamente sgombero da materiali e macchinari, in stato di semi-abbandono e deterioramento progressivo, dovuto all'assenza di manutenzioni ordinarie e straordinarie negli ultimi anni. Gli impianti tecnologici originari (aria compressa, verniciatura, aspirazione e trattamento) sono stati interamente rimossi dalla precedente proprietà.

L'INTERVENTO IN PROGETTO: L'immobile è stato acquisito da I.M.C. S.p.A. con l'obiettivo di creare una base produttiva moderna, efficiente e sostenibile, in linea con la volontà aziendale di potenziare la propria capacità produttiva nella lavorazione di coils (rotoli di lamiera), destinati alla produzione di profilati metallici, lamiere grecate e tubi saldati, a supporto sia della clientela artigianale locale sia del mercato all'ingrosso. A differenza dell'unità produttiva principale, il nuovo sito non sarà destinato alla vendita al dettaglio, ma riservato esclusivamente a produzioni industriali in serie.

L'attività industriale si svilupperà all'interno dei due capannoni in acciaio esistenti. Questi due edifici, collegati tra loro mediante passaggi interni, permetteranno una gestione integrata e funzionale delle diverse fasi produttive. Uno dei capannoni, di dimensioni più ridotte, sarà destinato esclusivamente alle operazioni logistiche, come il carico, lo scarico e il deposito temporaneo delle merci. Il layout interno di questa struttura è stato studiato per ottimizzare i flussi operativi, minimizzando le interferenze e migliorando la sicurezza delle attività di movimentazione. Il capannone più ampio sarà dedicato alla produzione industriale, ospitando le linee di lavorazione, i macchinari e gli impianti necessari allo svolgimento dei processi produttivi. Anche questa struttura, pur essendo esistente, sarà oggetto di adeguamenti e ottimizzazioni per garantire il rispetto delle normative vigenti e migliorare l'efficienza operativa. La connessione interna tra i due capannoni favorirà un flusso continuo e coordinato delle merci dalla fase produttiva a quella logistica, riducendo tempi e costi di movimentazione e aumentando la flessibilità gestionale dell'intero insediamento. Questa configurazione valorizza l'uso degli spazi esistenti, consentendo allo stesso tempo di rispondere efficacemente alle esigenze di crescita e innovazione dell'azienda.

Nell'ambito degli interventi di riqualificazione e adeguamento energetico, è prevista la completa sostituzione delle attuali coperture esistenti, ormai ossidate e deteriorate, con nuove lamiere grecate in acciaio zincato preverniciato. Le nuove coperture garantiranno non solo una maggiore durabilità e resistenza agli agenti atmosferici, ma offriranno anche una superficie idonea e sicura per l'installazione di un impianto fotovoltaico integrato di ultima generazione.

Considerata la natura energivora dell'attività aziendale e il crescente fabbisogno di energia elettrica legato all'ampliamento dell'area produttiva e logistica, si è ritenuto strategico e necessario prevedere la realizzazione di un impianto fotovoltaico da 300 kWp. L'impianto sarà completamente integrato architettonicamente alla falda di copertura, mantenendo l'orientamento e l'inclinazione delle superfici esistenti per massimizzare la resa energetica.

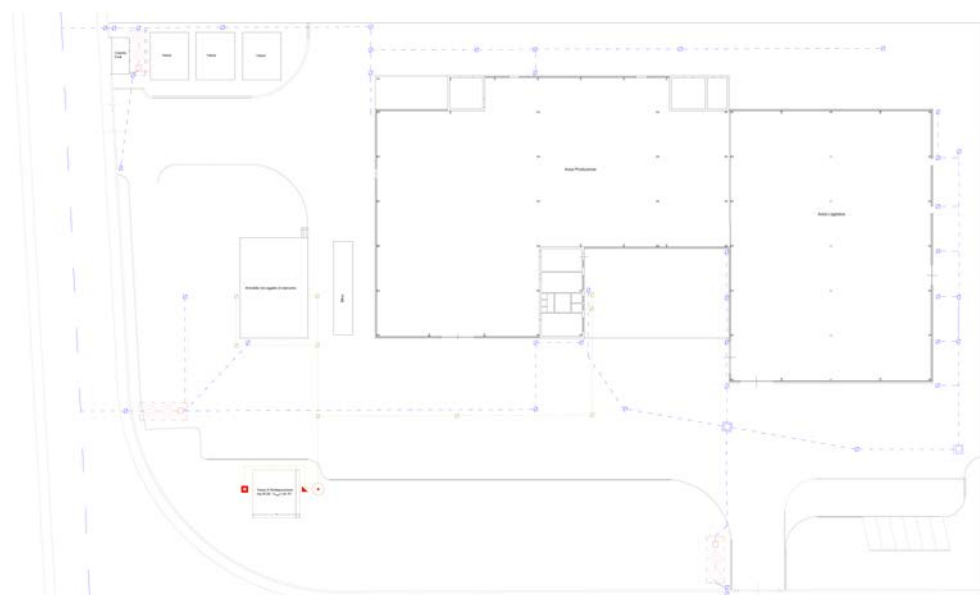
Inoltre l'azienda **IMC S.P.A.** ha previsto la dismissione dell'attuale sistema di sub-irrigazione, non più conforme ai requisiti normativi ambientali vigenti e obsoleto sotto il profilo dell'efficienza operativa. In sua sostituzione, sarà realizzato un *impianto di fitodepurazione* a flusso orizzontale sub-superficiale (HF-CW) destinato al trattamento delle acque reflue domestiche provenienti dai soli servizi igienico-sanitari con un carico inquinante stimato pari a 10 abitanti equivalenti (AE).

Dalla fossa imhoff, il refluo chiarificato sarà avviato al bacino di fitodepurazione, dove verrà ulteriormente trattato tramite processi naturali di tipo biologico, chimico e fisico, innescati dalla presenza di substrati porosi e piante macrofite radicate (come *Phragmites australis*), in un ambiente a flusso sommerso e controllato. L'impianto è stato progettato in conformità al D.Lgs. 152/2006, alle Linee Guida ISPRA/ARPA per il trattamento dei reflui mediante fitodepurazione, e alla normativa europea in materia di tutela delle acque e riutilizzo dei reflui trattati.

Il sistema di fitodepurazione offre numerosi vantaggi, tra cui la possibilità di riutilizzare l'acqua depurata a scopo irriguo, infatti l'acqua in uscita dal sistema fitodepurativo sarà raccolta in una canaletta di accumulo e sarà riutilizzata per l'irrigazione delle aree verdi circostanti lo stabilimento industriale, secondo quanto previsto dal:

- D.M. 185/2003 (riutilizzo acque reflue trattate)
- Regolamento UE 741/2020 per il riuso in agricoltura

contribuendo alla riduzione del consumo idrico complessivo e alla valorizzazione delle risorse secondo principi di economia circolare.



PLANIMETRIA SCARICHI REFLUI

2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Dal rilevamento geologico nell'area oggetto di studio è emerso che nell'intorno affiorano terreni appartenenti all'intervallo cronostratigrafico che va dal Cretaceo sup.-all'attuale.

In particolare si tratta di terreni appartenenti ad una successione tipica di questa porzione di territorio della Provincia di Trapani che, nel dettaglio, procedendo dal basso verso l'alto è così rappresentata:

- Calcilutiti marnose e calcisiltiti di colore bianco rosato e/o rosso violaceo a foraminiferi planctonici, in strati di spessore variabile (da qualche cm. ad alcuni dm.), a luoghi calcilutiti e calcareniti con liste e noduli di selce, "Scaglia", a forma ameboidale o ellissoidale, di colore generalmente nero, che a volte danno luogo ad irregolari strutture stratiformi, talora passanti verso l'alto a calcari marnosi e marne di colore grigio cenere con intercalazioni di calcareniti grigie (1) con presenza saltuaria di livelli di brecciole nummulitiche addizionate (2). Spessore di svariate decine di mt. (Cretaceo sup.-Oligocene medio).
- Argille e argilliti brune, siltose, ricche in ossidi di ferro a struttura caotica, scagliettate, a luoghi sabbiose di colore grigio-giallastro, ricche di pirite, glauconite e quarzo (1), con frequenti intercalazioni in banchi e livelli di sabbie e arenarie quarzose compatte in strati decimetrici, calcareniti e brecciole talora gradate, a macroforaminiferi (2). Via via che ci si sposta verso l'alto, le quazareniti da fini diventano grossolane (quazoruditi) e debolmente cementate. Nei livelli più superficiali, esse assumono una colorazione variabile dal bruno giallastro al grigio giallastro, per alterazione derivante dalla circolazione idrica (Oligocene sup.-Miocene inf.).
- Calcareniti glauconitiche più o meno cementate, con alternanze di livelli pelitici bruno-verdastri e noduli fosfatici nella parte basale, in strati di alcuni decimetri di spessore, con tenore talora alto di clasti quarzosi, con fauna di mare basso ad Echinidi, denti di pesce, Gasteropodi, Lamellibranchi, Cefalopodi (Burdigaliano-Langhiano basale).
- Depositi terrigeni fluvio-deltizi: argille sabbiose con lenti di sabbie, arenarie e conglomerati; sabbie arenarie grigio giallastre a stratificazione incrociata, con intercalazioni di livelli pelitici e conglomeratici; conglomerati bruno rossastri costituiti da elementi arrotondati di natura silico-arenacea e calcarea, variamente intercalati: "Formazione Cozzo Terravecchia" (Tortoniano-Messiniano inf.)

Seguono discordanti e trasgressive sempre verso l'alto:

- Calcareniti bioclastiche, sabbie e conglomerati a prevalente matrice arenitica di colore giallo-arancio. Si presentano, a volte, delle piccole cavità prodotte dalla dissoluzione di gusci di organismi. Lo spessore del deposito risulta variabile, sempre nell'ordine di alcuni metri,

riducendosi progressivamente procedendo dalla linea di costa verso l'interno, mantenendo un assetto suborizzontale. Spessore circa 1-5 m. (Pliocene sup.- Pleistocene inf.).

- Depositi alluvionali limo-argillosi con sabbia ed intercalazione di lenti sabbiose più o meno cementate, con inclusi litoidi di varia natura e dimensione. Lo spessore del deposito risulta variabile (Quaternario).

- Terreno humico e/o di riporto a matrice limo-sabbiosa con inclusi calcarei. Il colore è bruno rossastro per i processi di ossidazione della componente ferrosa in ferrica. Lo spessore nei punti verificati raggiunge mediamente circa 1.20-1.80 m. (Attuale).

2.1 - Terreni presenti nell'area in esame

Il sito su cui dovranno insistere direttamente le strutture in questione, ricade nella zona industriale IRSAP (ex ASI) di Trapani, laddove affiora una coltre alluvionale recente limo sabbiosa, con saltuari livelli arenaceo-sabbiosi più o meno cementati ad assetto suborizzontale, della potenza di alcuni metri, giacente su una formazione argillosa molto più antica e con caratteristiche nettamente contrastati con quelle dei livelli superficiali.

Tale orizzonte mostra una spiccata eterogeneità tridimensionale in ragione della variabilità granulometrica e di compattezza dei singoli livelli. Infatti sono presenti, variamente intercalati fra di loro, limi, limi sabbiosi, sabbie e ghiaie sciolte e/o cementate, argille limose inglobanti in varie percentuali, elementi litoidi di varia dimensione e natura.

I sedimenti della coltre superficiale sono ascrivibili ad una facies di tipo alluvionale alternate ad altre neritiche a causa di fenomeni eustatici del mare che si sono succeduti nel Quaternario.

L'alternanza di livelletti "pseudocoesi" con altri "granulari" a volte più o meno cementati e/o con caratteristiche intermedie, contribuiscono a rendere molto articolata la macrostruttura del pacco di sedimenti.

L'eterogeneità sopra descritta, si registra, oltre che in senso verticale, anche in senso orizzontale in armonia con la genesi deposizionale.

Tali terreni, nel sito su cui verranno realizzate le opere, come detto, sono sovrastati da una coltre limo sabbiosa e umida di origine verosimilmente colluviale e/o antropica spessa alcuni decimetri, più o meno alterata e rimaneggiata, contenente al suo interno blocchi e frammenti litoidi di varia natura e dimensione (terreno humico e/o di riporto).

Discorso diverso va fatto per il bedrock argilloso marnoso che, invece, è più uniformemente distribuito e ricopre un vasto areale.

Al suo interno si può individuare una fascia sommitale leggermente

decompressa, molto probabilmente influenzata da processi di alterazione, il cui spessore di circa 1.00-2.00 m., mentre al di sotto di questo sottile strato (porzione eluviale) si estende la porzione inalterata.

Trattasi di un terreno prevalentemente argilloso a forte componente marnosa, sovraconsolidato e localmente contraddistinto da spiccate doti di fissilità.

Il tetto di quest'ultimo ha un andamento suborizzontale o tutt'al più lievemente ondulato.

Lo spessore, in base a precedenti studi ed alla bibliografia specifica, si stima potente svariate decine di metri.

2.1.1 - Pozzetto esplorativo

Per una verifica diretta dell'orizzonte superficiale e per verificare la presenza o meno di acque di circolazione, sono stati realizzati n°01 pozzetto d'ispezione, eseguito con escavatore meccanico e/o a mano, all'interno del lotto, in data 07.08.2025.

Lo scavo è stato spinto sino a circa - 3.00 m. di profondità dal p.c. rinvenendo presenza di acqua di circolazione a circa -2.40 dal p.c. (vedi allegati grafici e documentazione fotografica).

La stratigrafia del terreno viene qui di seguito riportata, anche sulla scorta di indagini geognostiche effettuate nelle vicinanze, oltre che illustrata graficamente nell'allegata colonna litostratigrafia tipo in scala 1:100.

Qui di seguito, nel dettaglio, viene schematizzata la successione riscontrata a partire dal piano campagna:

Pozzetto esplorativo P1 (quota 0.00-3.00 m.)
- da m. 0.00 a m. 1.40= Terreno humico e/o riporto a matrice limo sabbiosa di colore da marrone scuro al beige, e/o alterazione del substrato sottostante contenente inclusi litoidi e blocchi di varia natura e dimensione.
- da m. 1.50 a m. 7.50= Orizzonte alluvionale a prevalente matrice limo-argillosa con sabbia e ghiaia con alternanza aritmica di livelli sabbiosi ghiaiosi più o meno cementati. Il litotipo risulta eterogeneo sia nell'assortimento granulometrico che nella struttura e tessitura.
- da m. 7.50 a m. 9.50=Argille ed argille marnose beige-grigiastre. Porzione, a luoghi, leggermente alterata.
- da m. 9.50 in poi=Argille ed argille marnose della F.B.. Porzione inalterata (bedrock). Lo spessore si valuta svariate decine di metri.

Per avere una visione più chiara e dettagliata dei terreni presenti limitatamente al lotto interessato si rimanda alla consultazione degli elaborati grafici, della colonna litostratigrafica tipo in scala 1:100 e della documentazione fotografica, allegati al presente rapporto.

3 - ASPETTO GEOMORFOLOGICO E TETTONICO GENERALE

L'aspetto geomorfologico generale dell'area è strettamente legato all'eredità tettonica, alla natura dei litotipi presenti, alla loro giacitura e ai successivi modellamenti ad opera degli agenti morfogenetici. Infatti, l'assetto attuale, nel complesso, è stato caratterizzato e definito dal classico modellamento degli agenti atmosferici espletatisi ad opera delle acque corrive, dalla gravità e dagli agenti chimici. L'area interessata dallo studio si presenta suborizzontale e quindi con una morfologia alquanto monotona e pianeggiante; dal punto di vista planoaltimetrico ha una quota assoluta s.l.m. di circa 3.50 m..

L'intera area ricade all'interno della vasta spianata eluvio-alluvionale che si estende alle pendici sud dell'Unità strutturale del M.te Erice, interessando gran parte della zona costiera fra Trapani e Marsala.

L'assetto morfostrutturale è da attribuire alla morfogenesi Pleistocenica-Olocenica postglaciale, caratterizzata da condizioni morfoclimatiche variabili.

Le alterne trasgressioni marine Pleistoceniche postglaciali hanno permesso il modellamento e lo spianamento dell'intera area, depositando un vasto terrazzo marino calcarenitico, fortemente eroso nei periodi di continentalità, riducendosi in alcune zone sottoforma di plaghe relitte e contribuendo alla formazione della coltre alluvionale.

A questi agenti morfogenetici va sommata l'azione modellante ed erosiva di alcune incisioni (thalwegs), presenti nelle vicinanze dell'area, che hanno trasportato e depositato in aree di "bassa energia" una spessa coltre di depositi eluvio-alluvionali limo-sabbiosi.

Il reticolo idrografico, infatti, è caratterizzato principalmente dal Canale Baita, posto a sud dell'area oggetto di intervento, avente un'attività torrentizia e stagionale con andamento NE-SO e da una serie di impluvi più o meno approfonditi.

Inoltre l'azione antropica, riferibile alla realizzazione, in tempi passati, di strutture stradali, piazzali, edifici, etc. ha modificato e modellato l'assetto e l'aspetto morfologico dell'intera zona.

Allo stato attuale, l'area oggetto di studio appare stabile non identificando nè intravedendo forme di dissesto e/o fenomeni incipienti che possano alterare l'equilibrio morfologico raggiunto.

A garanzia della conservazione delle sue condizioni di stabilità vi sono gli interventi antropici sopra descritti che hanno urbanizzato ed edificato la zona modellandone l'area.

Tali infrastrutture hanno permesso quindi, una minore attività erosiva delle acque di deflusso superficiale.

La morfologia attuale è, quindi, il risultato dell'intervento antropico che ha modificato il profilo geomorfologico iniziale negli ultimi anni.

4 - SITUAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE E CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEI LITOTIPI PRESENTI (valutazioni qualitative e quantitative dei vari orizzonti)

L'ipotesi del modello di circolazione idrica sotterranea dell'areale relativo all'insediamento di cui in oggetto va, necessariamente, ricondotto all'Unità Idrogeologica di appartenenza che, nel nostro caso, riguarda un intorno molto più vasto di quello considerato.

La modalità con cui avviene il deflusso del circuito idrogeologico è determinata soprattutto dal tipo e dal grado di permeabilità dei terreni riscontrati e dalla sua struttura.

Infatti, si riscontrano diversi livelli idrogeologici, determinati dalle proprietà intrinseche della sequenza del pacco di sedimenti alluvionali.

Il serbatoio principale è costituito dall'orizzonte superficiale (alluvioni) che si sviluppa da circa -2.40 m. di profondità, rispetto al p.c.

L'esperienza fa ritenere estremamente limitato e/o nullo il ruolo idrogeologico delle argille di base, per le trascurabili doti di permeabilità che le contraddistinguono.

Nel pacco di sedimenti superficiali l'accumulo idrico si realizza nella frazione sabbiosa e ghiaiosa, permeabile per porosità, in cui intercalazioni pseudocoese, quindi l'aumento del tenore di limo e argilla, gioca il ruolo di letto impermeabile, posto a varie quote nella sequenza.

Tali "setti", nel frammentare verticalmente la distribuzione dell'accumulo idrico, "costruiscono" nel serbatoio principale una serie di falde sovrapposte, imprigionate ed a volte in pressione.

Il modello idrogeologico che ne emerge è quello di una "plurifalda confinata" (acquiferi sovrapposti e confinati, in alcuni casi anche in pressione) il cui gradiente, dovuto sia alla pressione litostatica che all'altitudine della fascia di alimentazione, appare tanto più consistente quanto più profondi risultano gli orizzonti idrici.

La tettonica poi ha attribuito al deflusso e all'accumulo sotterraneo varie direttrici di convergenza preferenziale in dipendenza delle aree più depresse dell'orizzonte argilloso sottostante.

La falda acquifera quindi prende forma e andamento conforme al tetto delle argille di base e presenta livelli piezometrici dipendenti dal regime pluviometrico stagionale.

A luoghi però, complicazioni particolari delle condizioni dell'assetto tettonico concorrono a suddividere il bacino idrogeologico principale in sottobacini, differenziando ed articolando la geometria del sistema idrico sotterraneo.

Non si esclude la possibilità di innalzamento del livello piezometrico

della falda vicino al p.c., soprattutto in periodi dell'anno particolarmente piovosi.

Quindi si potrebbe avere un'estrema variabilità del contenuto di acqua, con evidenti variazioni del livello freatico nei vari periodi dell'anno. Però negli anni passati una vasta area, della zona industriale (compresa area IMC spa), è stata antropizzata e colmata con materiale di riporto, che ha innalzato la quota altimetrica originaria rispetto al l.m..

Nel dettaglio, in virtù di un monitoraggio effettuato nel tempo dal sottoscritto nelle aree limitrofe e per altre strutture che insistono nella zona industriale, tutto ciò permetterà di mantenere realisticamente, il livello medio della falda, al di sotto di 1.30/1.50 m., in qualsiasi periodo dell'anno.

Pertanto queste acque, che scorrerebbero anche se con portate irrisorie nei periodi piovosi, quando viene alimentato il bacino di ricarica, potrebbero diminuire la coesione dei livelli limo-argillosi favorendone la mollificazione.

L'idrografia sotterranea del pacco alluvionale è quindi determinata dalle inevitabili influenze di capacità drenanti dei litotipi e sull'andamento e distribuzione in profondità dei circuiti idrici e quindi dal rapporto tra i livelli variamente intercalati: limosi, argillosi, sabbiosi e ghiaiosi oltre che di quelli strutturali.

L'alimentazione è riconducibile quindi, oltre che ai lenti scambi con gli orizzonti confinanti, all'infiltrazione diretta sin dal p.c. dove gli stessi affiorano.

A scopo puramente orientativo si espongono di seguito gli ordini di grandezza dei coefficienti di permeabilità dei singoli livelli che si possono riscontrare nel sottosuolo.

Il coefficiente di permeabilità K quindi varia in funzione di tali livelli e sarà compreso tra 10 e 10^{-2} cm/s per le porzioni ghiaiose e sabbiose che ne definiscono una permeabilità medio-alta e 10^{-5} - 10^{-7} cm/s per la porzione limo argillosa che ne definiscono una permeabilità medio-bassa.

Le calcareniti, sabbie e conglomerati variamente cementate, non sempre presenti, costituiscono un orizzonte dotato di una medio-alta permeabilità e viste le caratteristiche strutturali, si presentano permeabili per porosità e in parte fratturazione e carsismo, pertanto si può assumere un range di permeabilità con coefficiente K compreso tra 10 e 10^{-3} cm/sec.

L'orizzonte sottostante costituito dalle argille basali, sovraconsolidate della F.B., costituisce un orizzonte praticamente impermeabile con coefficiente di permeabilità K compreso tra 10^{-7} - 10^{-9} cm/s.

Allo stato attuale non sono presenti particolari condizioni che potrebbero rendere vulnerabile l'acquifero sotterraneo.

4.1 - Azione meccanica delle acque superficiali

Tale azione, strettamente legata ai fattori climatici ed alle condizioni litologico-strutturali dei luoghi, produce forme di erosione come gli alvei torrentizi e forme di accumulo come i depositi alluvionali.

Alle prime si deve, principalmente, la formazione del reticolo idrografico, alle seconde, l'azione erosiva e la deposizione delle alluvioni nel fondo valle, dove la diminuita pendenza dell'alveo riduce la capacità di trasporto solido, prodotto dall'erosione delle rocce circostanti.

Nei luoghi, il modellamento operato dal deflusso superficiale ha provocato l'incisione dei letti torrentizi ed il conseguente reticolo idrografico.

Questo risulta più articolato sui terreni limo-argillosi (thalwegs aventi un grado massimo di gerarchismo del 2°-3° ordine di Schumm) che negli altri affioramenti per logiche ragioni intrinseche della struttura e tessitura del litotipo.

Infatti, i thalwegs presenti vicino alla zona in esame, testimoniano la presenza di orizzonti argillosi che favoriscono l'incisione dei litotipi da parte delle acque.

Nell'intorno considerato, il deflusso superficiale incanalato risulta essere quantitativamente modesto; tali terreni, infatti, sono solcati da piccole linee di impluvio/incisioni che tendono ad alimentare il Torrente principale (Canale Baiata), posto a sud dell'area, a carattere prettamente torrentizio e stagionale, asciutto nei mesi estivi e con portate discrete nei mesi invernali, spesso regolato nell'avanzamento dalla giustapposizione di briglie e gabbioni. Il Torrente si sviluppa da NE verso SW nella parte sud della zona oggetto di studio (Canale Baiata).

Nel fondovalle, quindi, in zona di bassa energia, si rinvencono frequentemente dei depositi elu-colluviali, assumendo un andamento poco acclive e/o quasi pianeggiante.

Nel dettaglio, all'interno del lotto, non sono presenti incisioni e/o linee di impluvio, per cui di progetto non interferirà con il reticolo idrografico superficiale.

5 - CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEI TERRENI PRESENTI

Sulla scorta degli elementi e delle informazioni fin qui appurate e sopra descritte, qui di seguito si riporta una valutazione qualitativa dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area in esame in modo da ricavare alcuni valori necessari ad affrontare le problematiche inerenti all'immissione dei reflui nei terreni presenti.

In concordanza con le premesse metodologiche, altrove esposte,

concernenti le valutazioni sui terreni presenti, nei capitoli che seguono se ne propone la disamina qualitativa.

- Limi-sabbiosi superficiali (Terreno humico/riporto): risultano alterati e rimaneggiati, mostrandosi di colore marrone/beige, per uno spessore stimabile intorno a 1.20-1.80 m. E' un terreno con caratteristiche variabili poiché granulometricamente disomogeneo ed a struttura e tessitura caotica. Si presenta aerato, umido e scarsamente consolidato. La permeabilità risulta molto variabile in funzione della granulometria della matrice, prevalentemente rappresentata da limi, limi-sabbiosi con inclusi litoidi si varia natura e dimensione.

- Orizzonte eluvio-alluvionale: distinguendo, nella successione la frazione plastica da quella sabbioso-ghiaiosa, si osserva quanto segue:

Le argille e i limi intercalati, si presentano alterati e di colore beige-nocciola; appaiono possedere un basso grado di consolidazione. Le doti di coesione si reputano modeste se esposte all'influenza delle acque, laddove circolano al contatto con le intercalazioni sabbiose e/o arenaceo-conglomeratiche.

La porzione sabbioso-ghiaiosa, presenta per i meccanismi deposizionali che hanno definito la propria struttura, una spiccata eterogeneità verticale ed orizzontale, fondamentalmente determinata dalla variabilità della granulometria e della compattezza degli orizzonti costituenti. Si nota però, che le ghiaie e le sabbie posseggono un certo grado di addensamento (medio-basso) ed a luoghi, i granuli moderatamente cementati.

6 - CONCLUSIONI ED OSSERVAZIONI

Il presente rapporto espone i risultati delle indagini geologiche eseguite nel sottosuolo dell'area indagata per i lavori di cui in oggetto.

Le analisi e i risultati esposti nei vari capitoli hanno consentito, con soddisfacente grado di approssimazione, la ricostruzione del modello geologico e l'individuazione delle condizioni idrogeologiche.

L'azienda **IMC S.P.A.** ha previsto la dismissione dell'attuale sistema di sub-irrigazione, non più conforme ai requisiti normativi ambientali vigenti e obsoleto sotto il profilo dell'efficienza operativa. In sua sostituzione, sarà realizzato un impianto di fitodepurazione a flusso orizzontale sub-superficiale (HF-CW) destinato al trattamento delle acque reflue domestiche provenienti dai soli servizi igienico-sanitari con un carico inquinante stimato pari a 10 abitanti equivalenti (AE).

Dalla fossa imhoff, il refluo chiarificato sarà avviato al bacino di fitodepurazione, dove verrà ulteriormente trattato tramite processi naturali di tipo biologico, chimico e fisico, innescati dalla presenza di substrati porosi e piante macrofite radicate (come Phragmites

australis), in un ambiente a flusso sommerso e controllato. L'impianto è stato progettato in conformità al D.Lgs. 152/2006, alle Linee Guida ISPRA/ARPA per il trattamento dei reflui mediante fitodepurazione, e alla normativa europea in materia di tutela delle acque e riutilizzo dei reflui trattati.

Il sistema di fitodepurazione offre numerosi vantaggi, tra cui la possibilità di riutilizzare l'acqua depurata a scopo irriguo, infatti l'acqua in uscita dal sistema fitodepurativo sarà raccolta in una canaletta di accumulo e sarà riutilizzata per l'irrigazione delle aree verdi circostanti lo stabilimento industriale, secondo quanto previsto dal:

- D.M. 185/2003 (riutilizzo acque reflue trattate)
- Regolamento UE 741/2020 per il riuso in agricoltura

contribuendo alla riduzione del consumo idrico complessivo e alla valorizzazione delle risorse secondo principi di economia circolare.

Ne scaturisce che la fossa imhoff e il nuovo sistema di fitodepurazione insisteranno su un orizzonte alluvionale, limo argilloso più o meno alterato, con saltuari livelli sabbiosi più o meno cementati, spesso alcuni metri, caratterizzato nella sua parte sommitale da uno strato humico/riporto a matrice limo-sabbiosa con inclusi litoidi.

I dati e le informazioni esposte nel presente studio dovranno essere utilizzati allo scopo di individuare e stimare eventuali interferenze che si potrebbero creare tra le acque reflue prodotte e la falda acquifera presente.

In tal senso, un non corretto dimensionamento delle opere di dispersione, relative ai liquidi depuratori, potrebbe compromettere l'equilibrio idrico della zona alterando possibilmente la qualità delle acque presenti in profondità.

Si dovranno quindi verificare dei margini di sicurezza nei riguardi delle acque circolanti nel sottosuolo e destinate al servizio potabile e/o all'irrigazione.

Le caratteristiche litostratigrafiche e idrogeologiche generali evidenziate nei precedenti capitoli, i litotipi riscontrati nella porzione sommitale e le condizioni stratigrafico-strutturali permettono la formazione di una falda superficiale, allo stato attuale, di acqua salmastra a volte in pressione, alla profondità attuale (07 Agosto 2025) di circa -2.40 m. di profondità, rispetto dal p.c.

Non si esclude la possibilità di innalzamento del livello piezometrico della falda vicino al p.c., soprattutto in periodi dell'anno particolarmente piovosi. Quindi si potrebbe avere un'estrema variabilità del contenuto di acqua, con evidenti variazioni del livello freatico nei vari periodi dell'anno.

Però negli anni passati una vasta area, della zona industriale (compresa area IMC spa), è stata antropizzata e colmata con materiale di riporto, che ha innalzato la quota altimetrica originaria

rispetto al l.m..

Nel dettaglio, in virtù di un monitoraggio effettuato nel tempo dal sottoscritto nelle aree limitrofe e per altre strutture che insistono nella zona industriale, tutto ciò permetterà di mantenere realisticamente, il livello medio della falda, al di sotto di 1.30/1.50 m., in qualsiasi periodo dell'anno.

La zona insatura dell'acquifero è la parte di sottosuolo compresa tra la base del suolo e la zona satura, dove avvengono spostamenti prevalentemente verticali delle acque sotterranee; nei confronti di quest'ultima la zona insatura può svolgere quindi un effetto di autodepurazione nei confronti degli inquinanti idroveicolati.

Lo spessore della zona insatura viene definita, assieme alle sue caratteristiche granulometrie e chimiche, la seconda linea di difesa dell'acquifero dopo il suolo.

Per determinare lo spessore del non saturo si sono utilizzate sia le informazioni sui punti d'acqua, sia i dati relativi dai pozzetti esplorativi effettuati nell'area oggetto di intervento.

Le caratteristiche dell'insediamento, impongono una cautela e limitano la scelta delle soluzioni da adottare per un corretto inserimento, di un impianto di trattamento secondario per la depurazione e ossidazione biologica, nel contesto ambientale.

I liquidi così prodotti, seppur preliminarmente trattati, non possono essere smaltiti attraverso i tradizionali metodi senza avere ricevuto i benefici di ulteriori degradazioni chimiche e conseguente riduzione del carico inquinante (ad esempio a seguito dell'opera dei microrganismi presenti nel suolo, per i processi di ossidazione, etc.).

Di conseguenza si rende necessario ed indispensabile lo stoccaggio dei reflui depurati mediante strutture appositamente dimensionate, in funzione dell'utilizzo idrico medio giornaliero.

I liquidi prodotti e provenienti dai servizi igienici quindi, possono essere incanalati tramite collettore alla fossa imhoff del sito, dove subiscono trattamenti tali da garantire un "effluente" le cui caratteristiche qualitative sono rispondenti ai limiti tabellari previsti (*allegato 5, tab. 3, D.Lgs. 152/99 e 152/06 e s.m.i.*).

Nel complesso però, si può affermare che l'impianto da realizzare, non porterà instabilità dal punto di vista idrogeologico-ambientale una volta incanalati i reflui in fossa imhoff e il relativo sistema di fitodepurazione opportunamente dimensionate, e pone al riparo da eventuali interferenze batteriologiche con la circolazione idrica; di conseguenza non risultano particolari condizioni, allo stato attuale, che potrebbero rendere vulnerabile l'acquifero sotterraneo.

Alla luce di quanto sopra esposto ed in particolare riferimento alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche

dell'area, si precisa che, in nessun modo le opere in progetto e l'inserimento della fossa imhoff e della vasca di fitodepurazione, nella messa in opera e nelle condizioni di corretto funzionamento, possono avere delle interferenze significative con le attuali e future caratteristiche idrogeologiche del sito e delle aree limitrofe.

Quanto sopra a condizione che durante l'esecuzione degli scavi in sito, saranno messi in atto tutti gli accorgimenti necessari, al fine di mantenere uniforme nel tempo e nello spazio, la distribuzione della fase fluida presente e quindi garantire e non alterare l'equilibrio idrogeologico dell'area.

Si rimanda, in ogni caso, al progettista (DL) la previsione di tutti quegli accorgimenti necessari al fine di non pregiudicare la qualità delle risorse idriche presenti.

Nel dettaglio, all'interno del lotto, non sono presenti incisioni e/o linee di impluvio, per cui di progetto non interferirà con il reticolo idrografico superficiale.

Inoltre, la valutazione di possibili variazioni delle condizioni al contorno potrà garantire ulteriori margini di sicurezza nel calcolo di dimensionamento delle opere.

Quanto sopra descritto costituisce ovviamente la sintesi dello studio effettuato, per cui si consiglia di ricorrere al contenuto dei vari capitoli per un'acquisizione puntuale e dettagliata degli aspetti evidenziati.

Si dichiara, infine, che l'opera in oggetto rispetta le condizioni di compatibilità dello smaltimento dei reflui secondo le prescrizioni ai sensi dell'art.5 della delibera del Comitato interministeriale per la tutela delle acque dall'inquinamento -CITAI- del 04/02/1977 e s.m.i..

Il sottoscritto dichiara altresì che il sito oggetto dell'intervento non ricade in zona classificata a Rischio geomorfologico o a Rischio Idraulico ai sensi ai sensi del D.P. del 04/06/2007, pubblicato sulla GURS n°37 del 17 Agosto 2007 e ss.mm.ii. del D.S.G. n 276/2024 del 13.03.2024 dei Bacini Idrografici del F. Lenzi e F. Birgi (050) in cui ricadono i Comuni di Misiliscemi e Paceco (TP), e non è classificata come area in cui viene individuata una Pericolosità, un Rischio o un Sito di Attenzione ai sensi delle Norme Tecniche di Attuazione dei Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino in cui ricade l'opera.

Erice, lì Agosto 2025

il geologo
geol. Francesco Criscenti



I N D I C E

1	- PREMESSE	PAG.02
1.1	- Stato dei luoghi e interventi da progettare	PAG.03
2	- INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	PAG.05
2.1	- Terreni presenti nell'area in esame	PAG.06
2.1.1	- Pozzetto esplorativo	PAG.07
3	- ASPETTO GEOMORFOLOGICO GENERALE	PAG.08
4	- SITUAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE E CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEI LITOTIPI PRESENTI (valutazioni qualitative e quantitative dei litotipi)	PAG.09
4.1	- Azione meccanica delle acque superficiali	PAG.11
5	- CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEI TERRENI PRESENTI	PAG.12
6	- CONCLUSIONI ED OSSERVAZIONI	PAG.13

- Allegati:

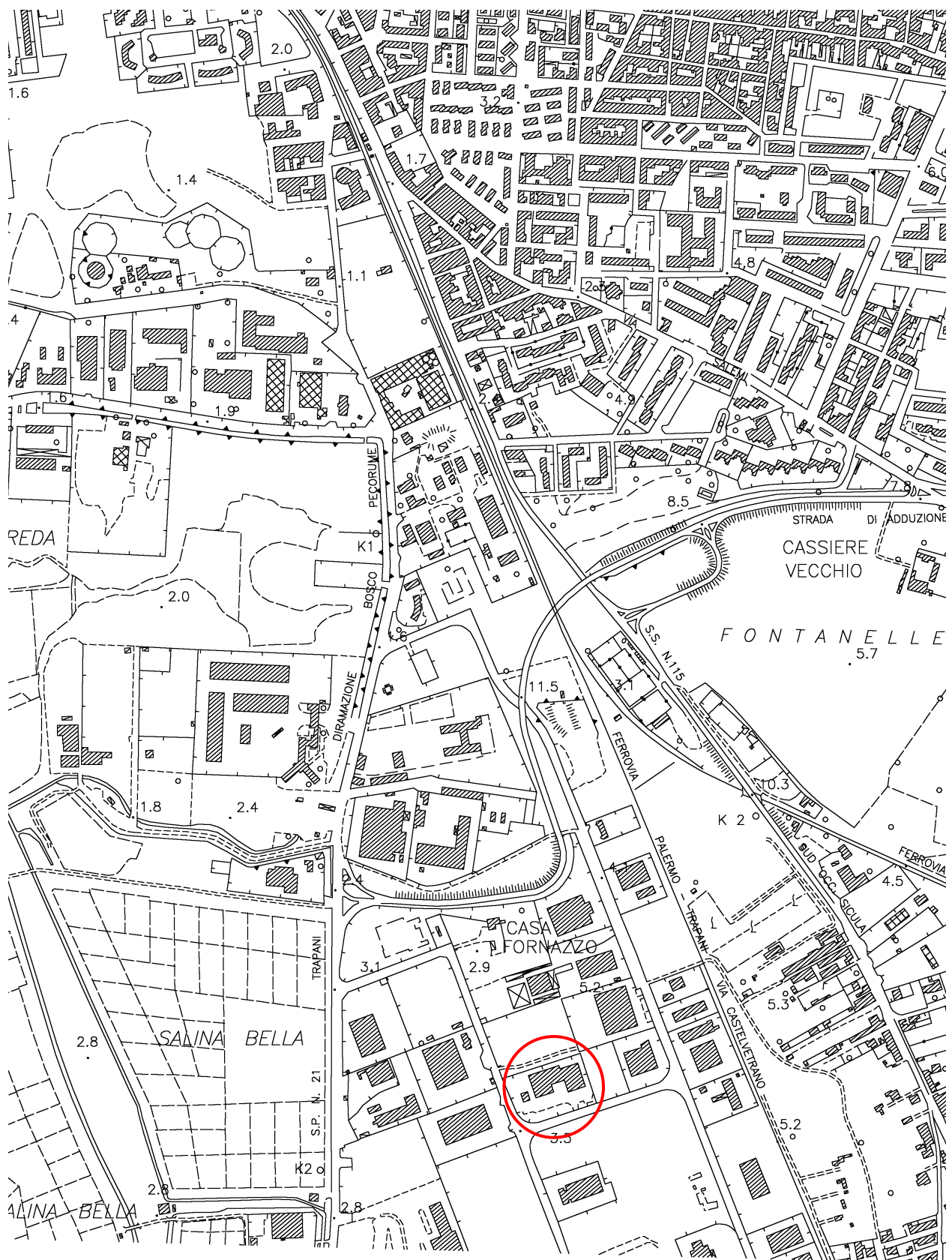
- Stralcio aerofotogrammetrico della zona, in scala 1:10.000;
- Stralcio catastale della zona, in scala 1:2.000;
- Planimetria del lotto in scala 1:100, con ubicazione fossa imhoff;
- Carta Geologica, Geomorfologica e Idrogeologica, in scala 1:10.000;
- Colonna litostratigrafica tipo in scala 1:100;
- Documentazione fotografica, pozzetto esplorativo.

ELABORATI GRAFICI

AEROFOTOGRAMMETRIA

SCALA 1:10.000

(CTR 592150)



SCALA 1:2.000



IMMAGINE GOOGLE EARTH

(Ditta IMC SPA_38,001365 Lat. Nord e 12,539223 Long. Est)



PLANIMETRIA SCARICHI REFLUI

LEGGENDA



Fossa Imhoff da 25 AE esistente



Pozzetto di bypass



Pozzetto di cacciata munito di pompa di ricircolo



Tubazione di scarico reflui PVC DN 120 esistente



Pozzetto scolmatore prodotto dalla Rototec S.P.A.



Vasca di accumulo in cls da 10 mc



Pozzetto campionario in cls 60x60



Dedensatore con filtro a coalescenza prodotto dalla Rototec S.P.A.



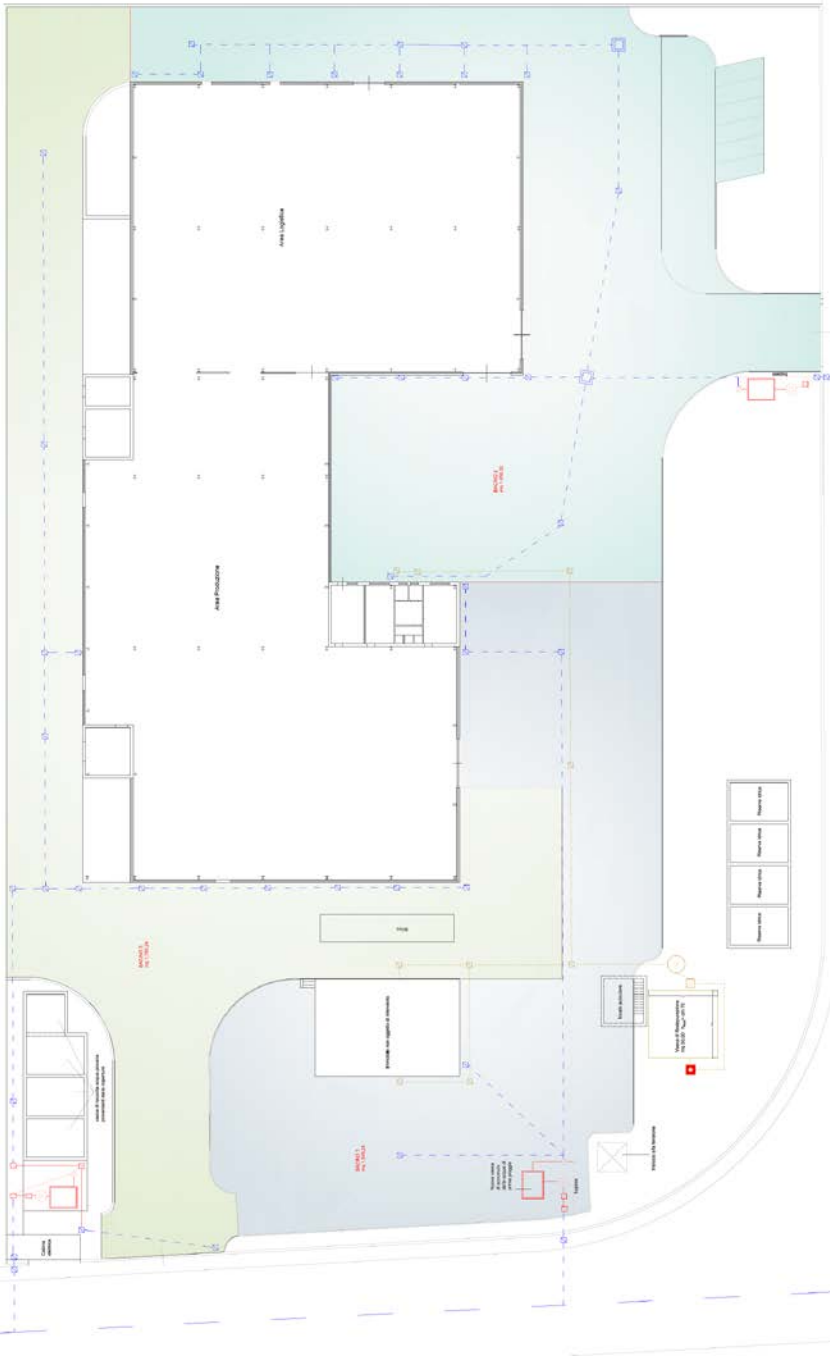
Pozzetto di raccolta acque piovane esistente



Tubazione in PVC DN 260 esistente



Tubazione in PVC DN 260 di nuova collocazione



SITR - Stampa visualizzatore



Dissesti per Attività

Attivo

Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Dissesti per Tipologia

Crollo e/o ribaltamento

Rischio idraulico

R1

R2

R3

R4

Rischio geomorfologico

2

3

Percorrità geomorfologica

P1

P2

P3

P4

Percorrità Idraulica

P1

Regione Siciliana - SITR

Regione Siciliana - SITR

CARTA GEOLOGICA

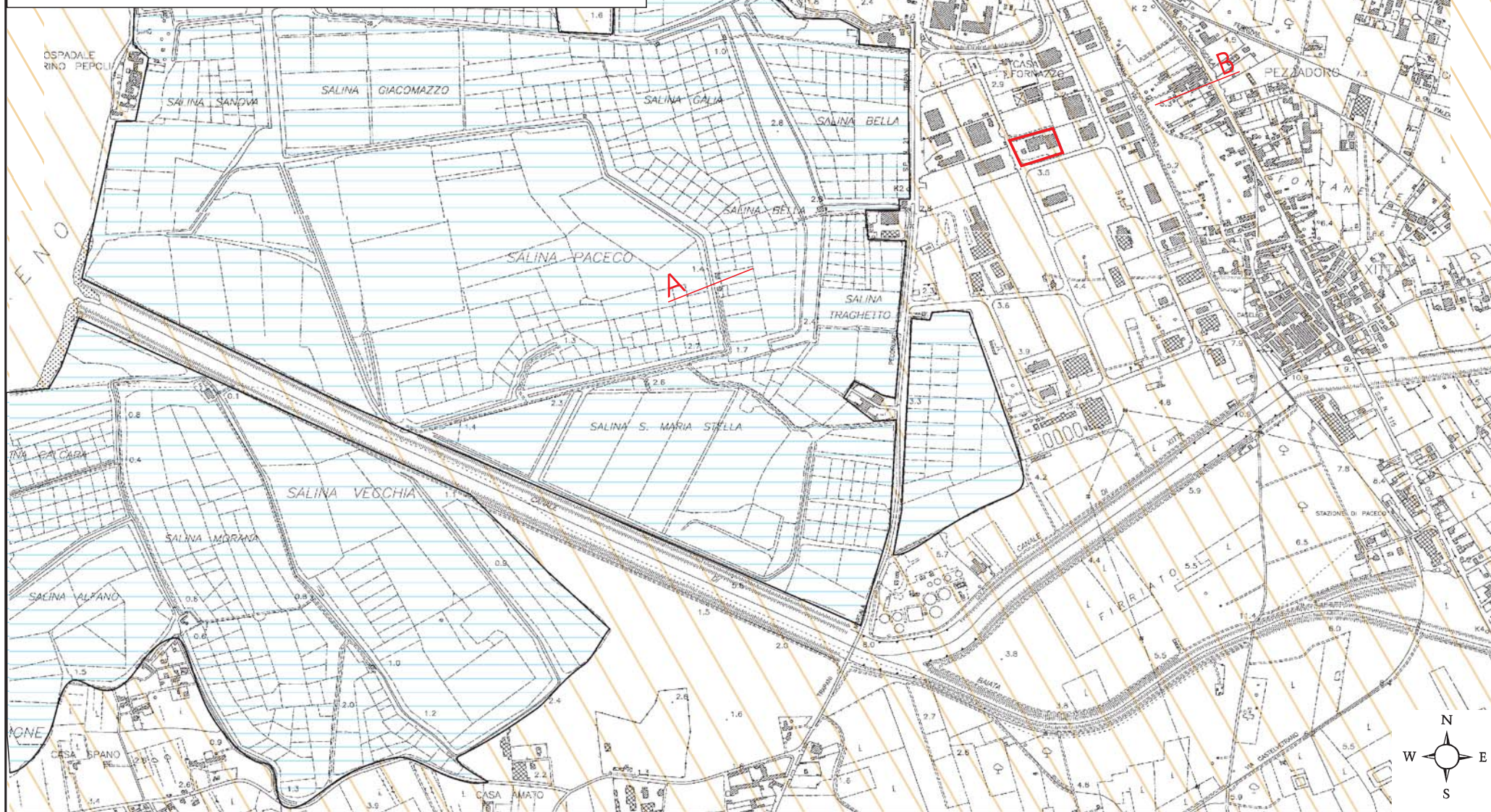
scala 1:10.000

LEGENDA

- Saline (Attuali)
- Alluvioni attuali, terrazzi fluviali antichi e recenti a matrice limo-argillosa con livelli sabbiosi più o meno cementati (Attuali)
- Depositi sabbioso-calcarei, conglomerati a prevalente matrice arenitica di colore beige - giallastro (Pliocene sup.-Pleistocene inf.)

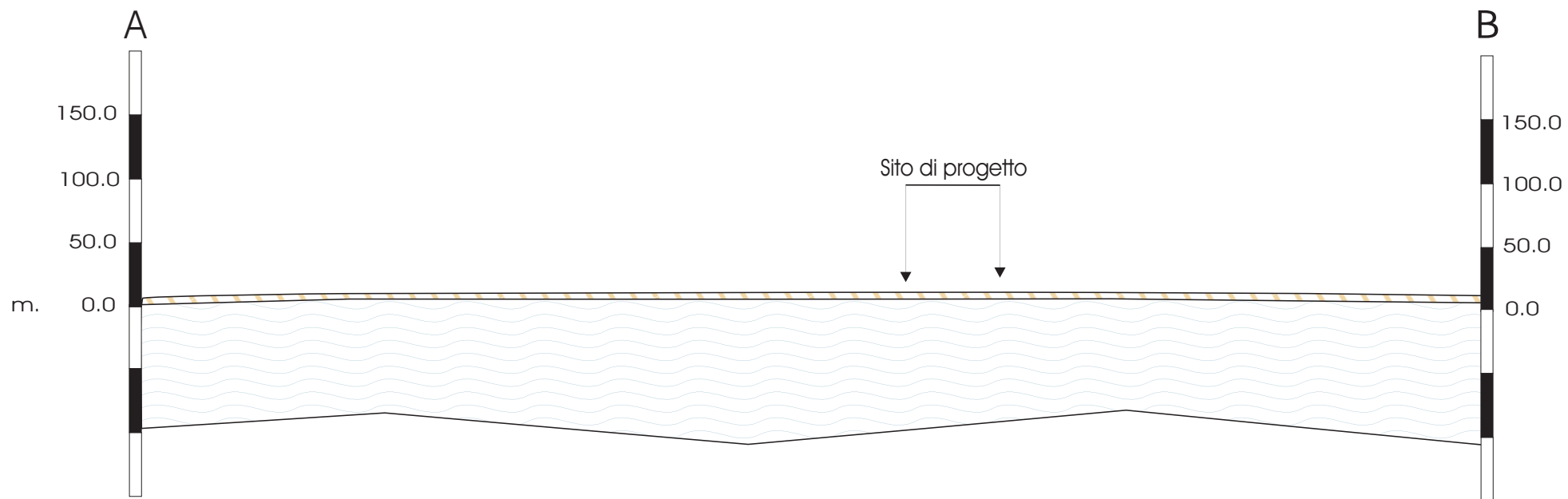
Segni convenzionali

- Limiti stratigrafici
- Dati di strato
- Sito di progetto



SEZIONE GEOLOGICA

scala 1:5.000



Legenda



Alluvioni attuali, terrazzi fluviali antichi e recenti a matrice limo-argilosa con livelli sabbiosi più o meno cementati (Attuali)



Argille e argille marnose, di colore grigio-verdastro, poco plastiche, asciutte e consolidate. Orizzonte di base (bedrock). (Olig.sup-Mioc.inf.)

CARTA GEOMORFOLOGICA

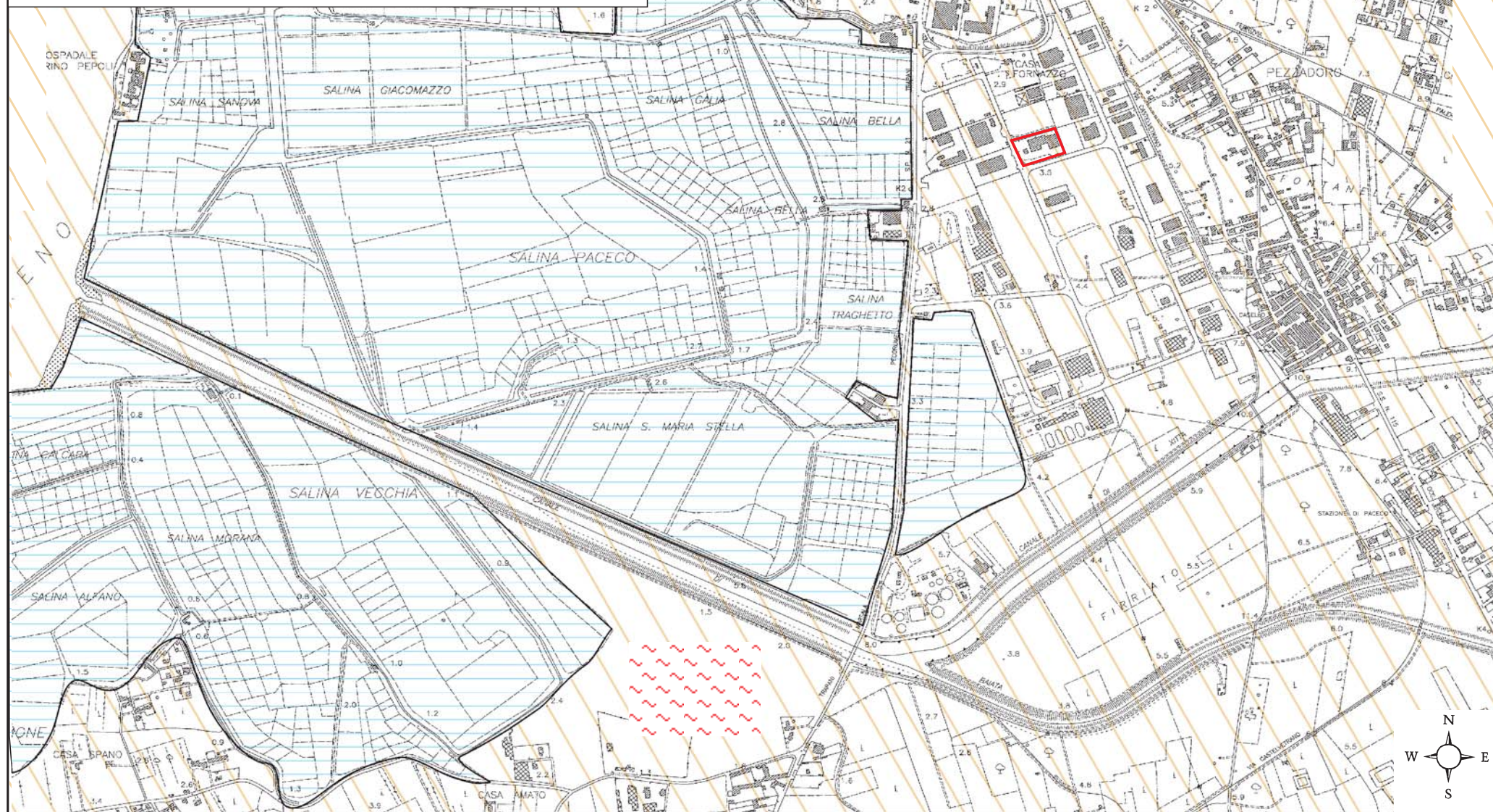
scala 1:10.000

LEGENDA

- Saline (Attuali)
- Alluvioni attuali, terrazzi fluviali antichi e recenti a matrice limo-argillosa con livelli sabbiosi più o meno cementati (Attuali)
- Depositi sabbioso-calcarenitici, conglomerati a prevalente matrice arenitica di colore beige - giallastro (Pliocene sup.-Pleistocene inf.)

Segni convenzionali

- Limiti stratigrafici
- Dati di strato
- Possibile area di esondazione del Canale Baiata



CARTA IDROGEOLOGICA

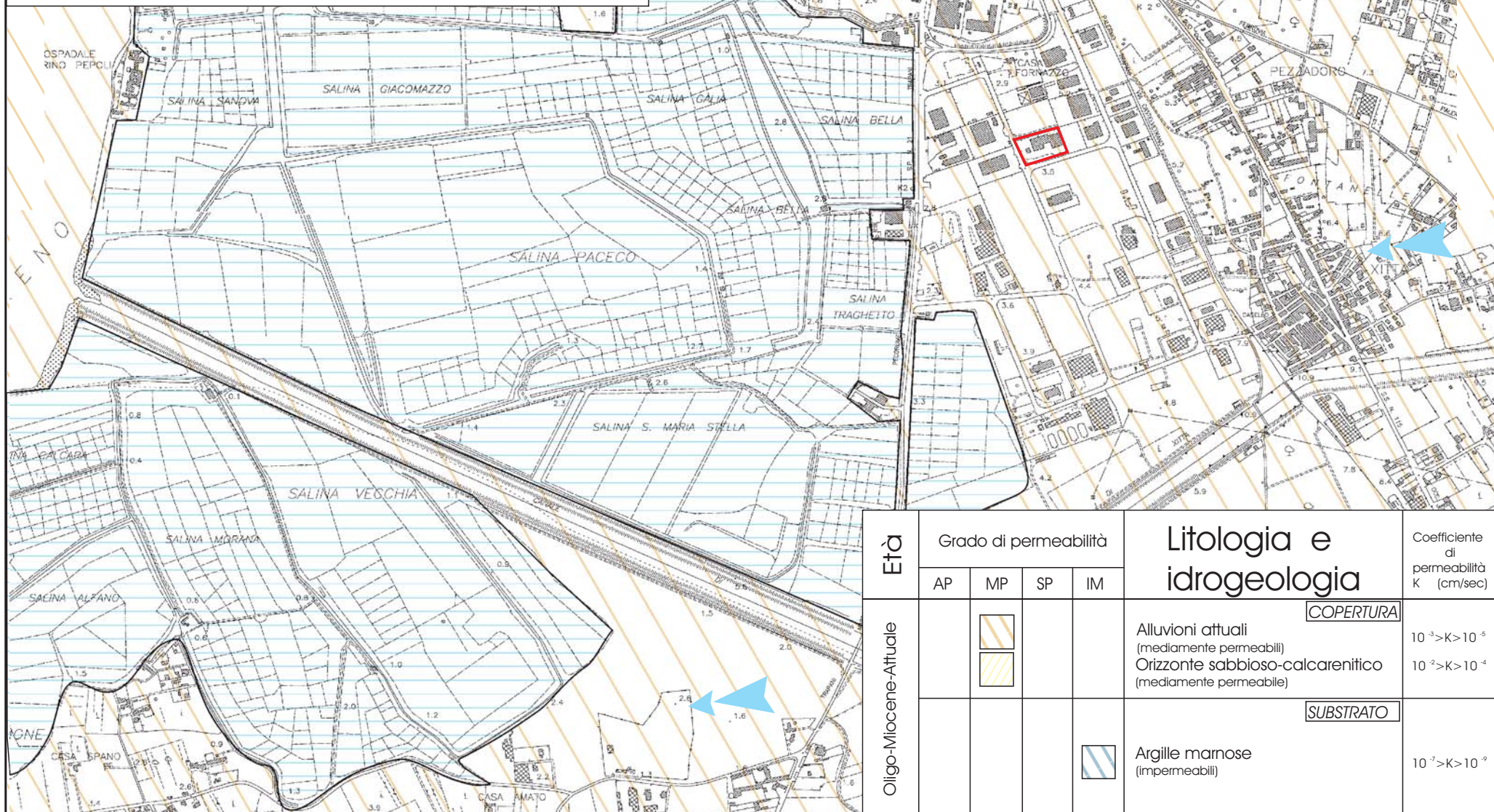
scala 1:10.000

LEGENDA

-  - Saline (Attuali)
-  - Alluvioni attuali, terrazzi fluviali antichi e recenti a matrice limo-argillosa con livelli sabbiosi più o meno cementati (Attuali)
-  - Depositi sabbioso-calcarenitici, conglomerati a prevalente matrice arenitica di colore beige - giallastro (Pliocene sup.-Pleistocene inf.)

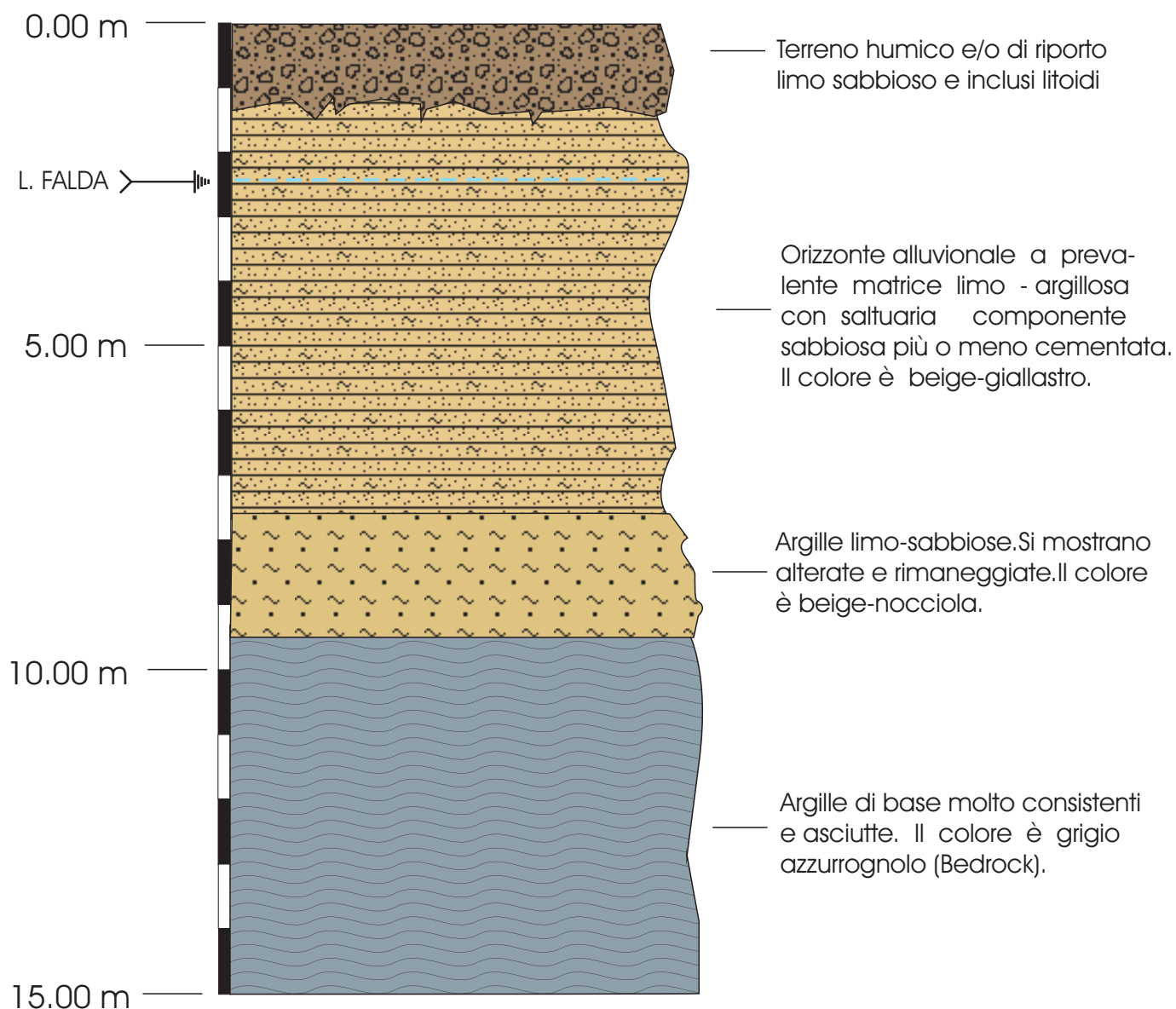
Segni convenzionali

-  - Limiti stratigrafici
-  - Dati di strato
-  - Probabile direzione di flusso delle acque sotterranee



Età	Grado di permeabilità				Litologia e idrogeologia	Coefficiente di permeabilità K (cm/sec)
	AP	MP	SP	IM		
Oligo-Miocene-Attuale					COPERTURA Alluvioni attuali (mediamente permeabili) Orizzonte sabbioso-calcarenitico (mediamente permeabile)	$10^{-3} > K > 10^{-5}$ $10^{-2} > K > 10^{-4}$
					SUBSTRATO Argille marnose (Impermeabili)	$10^{-7} > K > 10^{-9}$

Colonna litostratigrafica tipo



Scala 1:100

PLANIMETRIA DELL'AREA scala 1:100

(PUNTO DI VISTA FOTOGRAFICO)

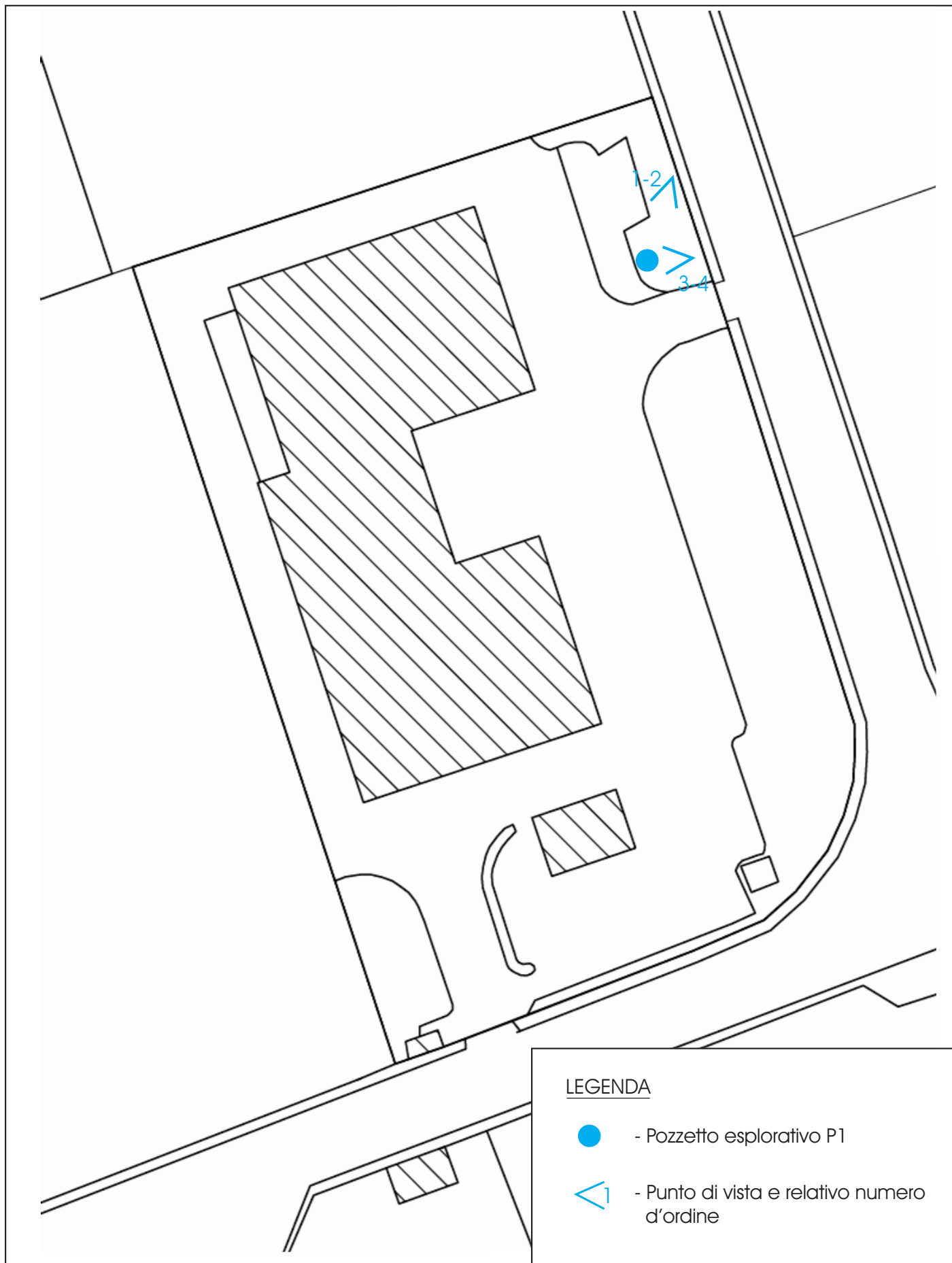




FOTO 1 - Panoramica scavo all'interno del lotto dello stabilimento industriale sito nella zona industriale Irsap (ex ASI) di Trapani, di proprietà della IMC Spa.



FOTO 2 - Scavo all'interno del lotto dello stabilimento industriale nella zona industriale Irsap (ex ASI) di Trapani, di proprietà della IMC Spa, con misurazione livello falda



FOTO 3 - Particolare scavo all'interno del lotto dello stabilimento industriale nel lotto della zona industriale Irsap (ex ASI) di Trapani, di proprietà della IMC Spa, con misurazione livello falda.



FOTO 4 - Dettaglio scavo all'interno del lotto dello stabilimento industriale sito nella zona industriale Irsap (ex ASI) di Trapani, di proprietà della IMC Spa, con misurazione livello falda pervenuta a -2.40 m. dal p.c., in data 07.08.2025.