



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE

Via Cagliari n. 170 - Oristano

"CONVERSIONE DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE A CANALETTA DEL DISTRETTO A GRAVITA' DI PESARIA IN RETE TUBATA"

OPERE INFRASTRUTTURALI A VALERE SU FONDO SVILUPPO E COESIONE
2021-2027



C.A.T. P0520

C.U.P.: G17H2000304002

C.I.G.:

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Progettista
Ing. Bravin Giorgio

Collaboratori
Geom. Cicu Lorenzo
Geol. Sanna Stefano

Responsabile Unico del Progetto
Dott. Agr. Serafino Angelo Meloni

Il Consorzio di Bonifica dell'Oristanese
Il Presidente
Dott. Carlo Corrias

Titolo

Allegato

RELAZIONE IDRAULICA

1.2

Rev.	Data	Nome file	Redattore	Verificatore
	04/2024		Ing. Bravin Giorgio	



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE
DPGRS N° 239 del 04.12.96
via Cagliari, 170 – 09170 ORISTANO



Opere infrastrutturali a valere su Fondo Sviluppo e Coesione 2021-2027

***CONVERSIONE DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE A CANALETTA DEL DISTRETTO A
GRAVITÀ DI PESARIA IN RETE TUBATA – I LOTTO***
C.A.T. P0520

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36 - All.to I.7 art. 6

RELAZIONE IDRAULICA

PREMESSA	3
INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
CARATTERIZZAZIONE AGRONOMICA E FABBISOGNO IRRIGUO	7
SERVIZIO IRRIGUO TURNATO	10
SOLUZIONE TECNICA ADOTTATA.....	10
Condotte principali	10
Condotta secondaria per distribuzione	11
SCHEMA IDRAULICO	12
TRACCIATO DELLE TUBAZIONI	12
VERIFICA IDRAULICA DELLE CONDOTTE	12
Calcoli idraulici	12
BLOCCHI DI ANCORAGGIO PLANIMETRICI	16

PREMESSA

Il Consorzio di Bonifica dell'Oristanese, ha disposto l'elaborazione della progettazione relativa ai lavori per la realizzazione della "Conversione della rete di distribuzione a canaletta del distretto a gravità di Pesaria in rete tubata – C.A.T. P0520".

Elementi essenziali per la redazione del progetto sono stati:

- l'acquisizione di informazioni e dati tecnici inerenti all'attuale sistema di convogliamento della risorsa idrica soprattutto per quanto inerente alla gestione dei comizi durante il periodo critico di sommersione delle risaie per la semina;
- la conoscenza delle opere e della rete irrigua esercita dal Consorzio di Bonifica, la cui principale fonte di approvvigionamento è costituita dalla dighetta di Santa Vittoria, con particolare approfondimento circa la potenzialità della rete di distribuzione del Distretto Pesaria.

Dal punto di vista territoriale il distretto irriguo di Pesaria, è già infrastrutturato per la distribuzione della risorsa irrigua con il sistema a canaletta ed è uno dei comparti più floridi della provincia di Oristano dedito alla coltivazione del riso dove si annoverano alcune delle produzioni di qualità più di successo dell'isola. Il distretto irriguo è servito a gravità con le canalette in cls che si approvvigionano dal bacino di compenso di Pesaria ubicato in località *Su Cungiau Lacus*.

L'intervento proposto prevede l'ammodernamento dell'attuale rete di distribuzione, sostituendo le canalette a pelo libero che comportano una notevole perdita della risorsa, dovuta all'obsolescenza della rete esistente, e al complesso sistema di gestione delle turnazioni irrigua che, data la necessità di volumi importanti in un breve lasso di tempo (5 giorni tempo di sommersione medio di un ettaro), comporta lo scarico nei canali di scolo della risorsa convogliata.

La presente relazione idraulica, riferita a tutta la rete, è parte integrante del progetto di Fattibilità Tecnico Economica del I Lotto dei lavori di "CONVERSIONE DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE A CANALETTA DEL DISTRETTO A GRAVITÀ DI PESARIA IN RETE TUBATA " che prevede la realizzazione delle opere necessarie per la sostituzione di parte delle canalette esistenti, appartenenti al ramo G, e la loro sostituzione con una rete tubata.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il distretto irriguo di *Pesaria* è delimitato a nord e a ovest dall'argine sinistro del Fiume Tirso a est dal centro abitato di Oristano e a sud dallo stagno di Santa Giusta. Il distretto si estende per circa 600 ettari di cui attualmente si hanno circa 450 ha di superficie irrigata.

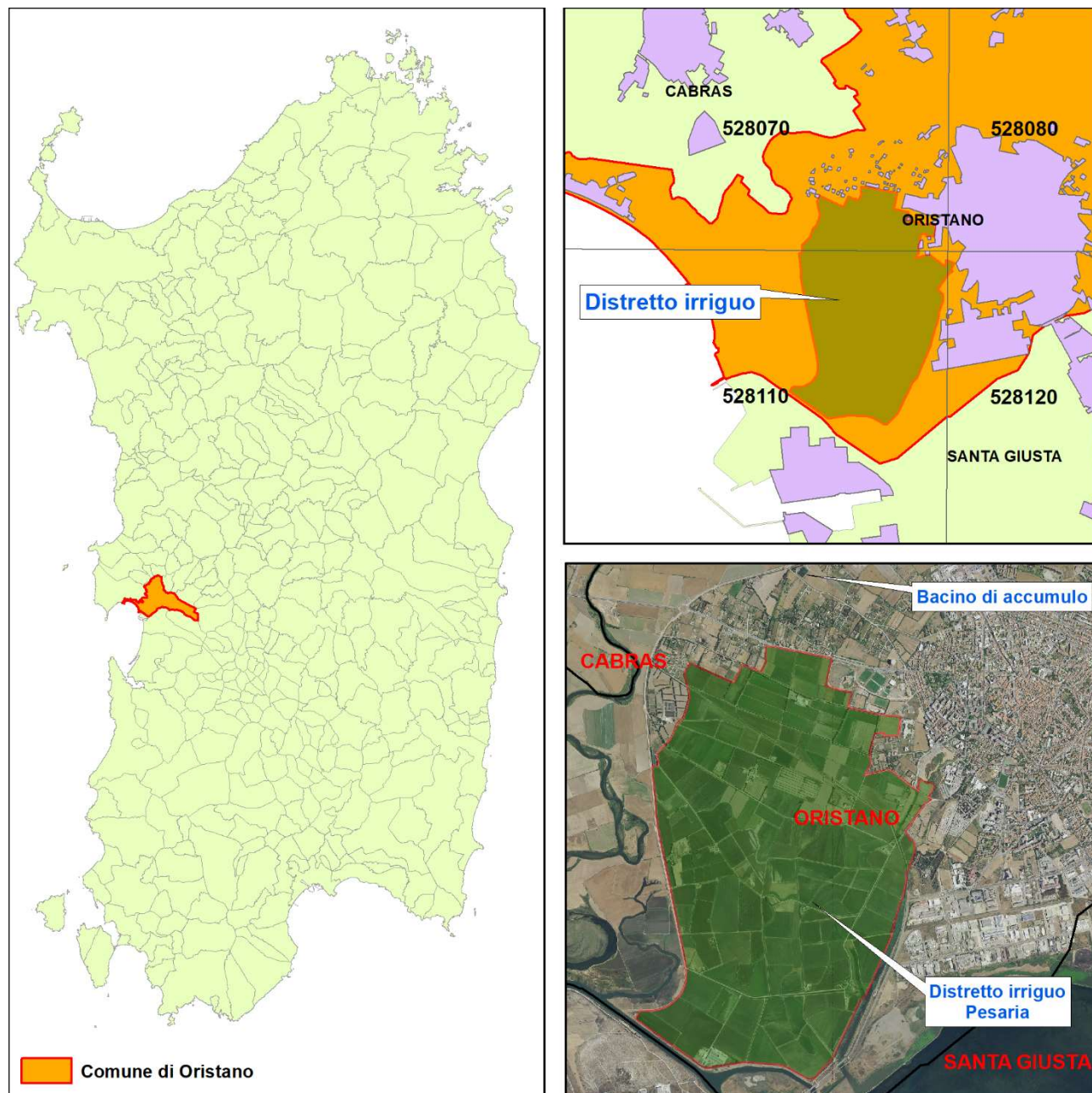


Fig. n.1 - Inquadramento territoriale

L'approvvigionamento idrico del distretto avviene a gravità dal bacino di accumulo di *Pesaria*, una vasca di accumulo fuori terra di 12.000 mc di capacità, dalla quale si dirama il canale adduttore esistente che si prolunga per 1,0 km prima di raggiungere il distretto irriguo. Il bacino di accumulo di *Su Cungiau Lacus* è alimentato da una condotta premente si stacca dal Canale Adduttore Sinistra Tirso, in agro di Simaxis e a gravità alimenta il bacino di compenso.

Il Canale Adduttore Sinistra Tirso convoglia la risorsa idrica accumulata nel bacino socchiuso dalla Dighetta di Santa Vittoria in agro di Ollastra Simaxis verso il comprensorio irriguo di Terralba – Arborea attraversando

parte del campidano di Oristano.

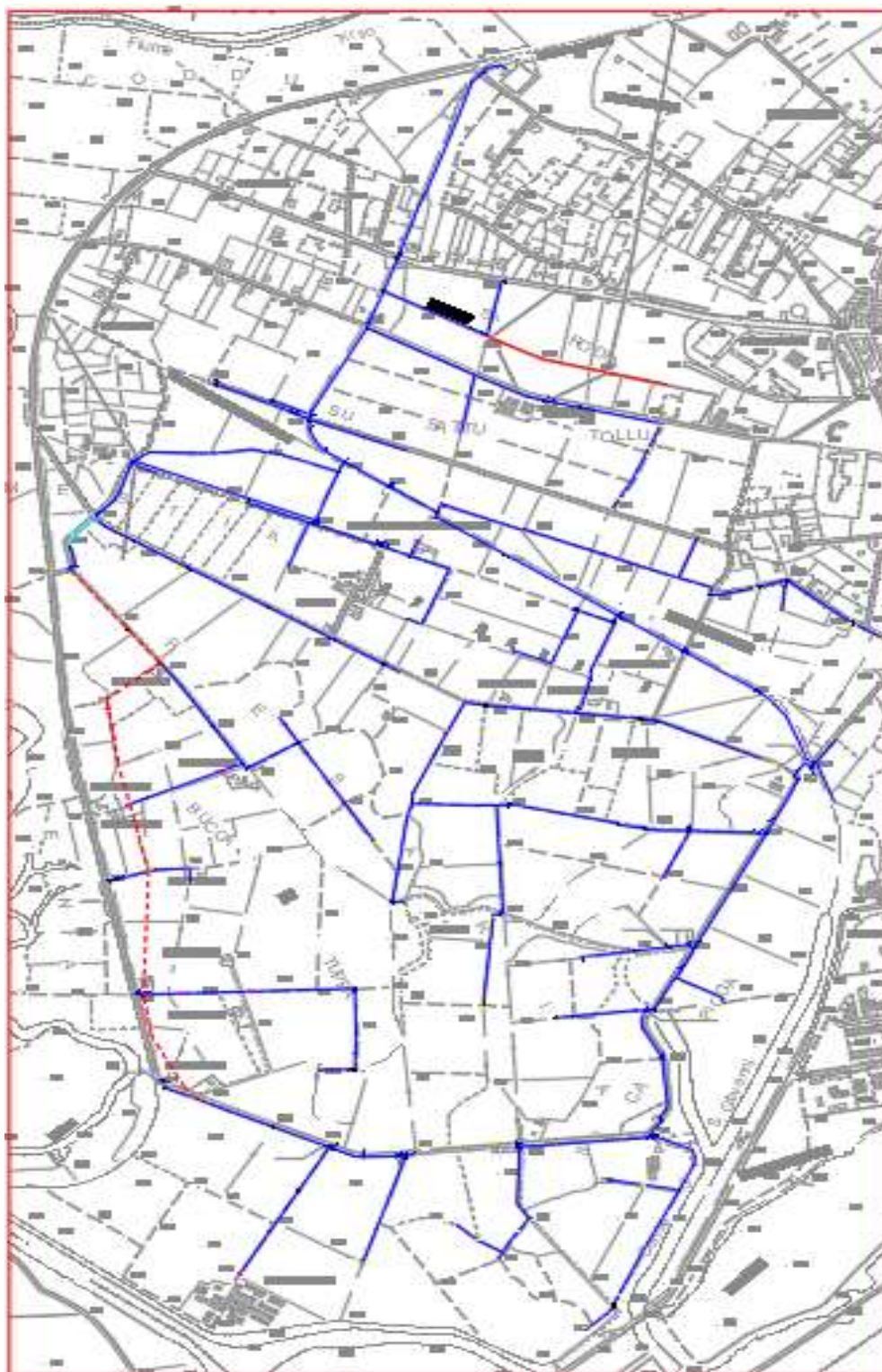


Fig. n.2 – Planimetria del distretto irriguo con rappresentazione dello schema di distribuzione a canalette esistenti.

Si riporta di seguito uno stralcio della cartografia elaborata dalla Cassa del Mezzogiorno dove sono rappresentate le canalette di irrigazione e il complesso sistema di canali di dreno e scolo che consentono la coltivazione delle risaie.

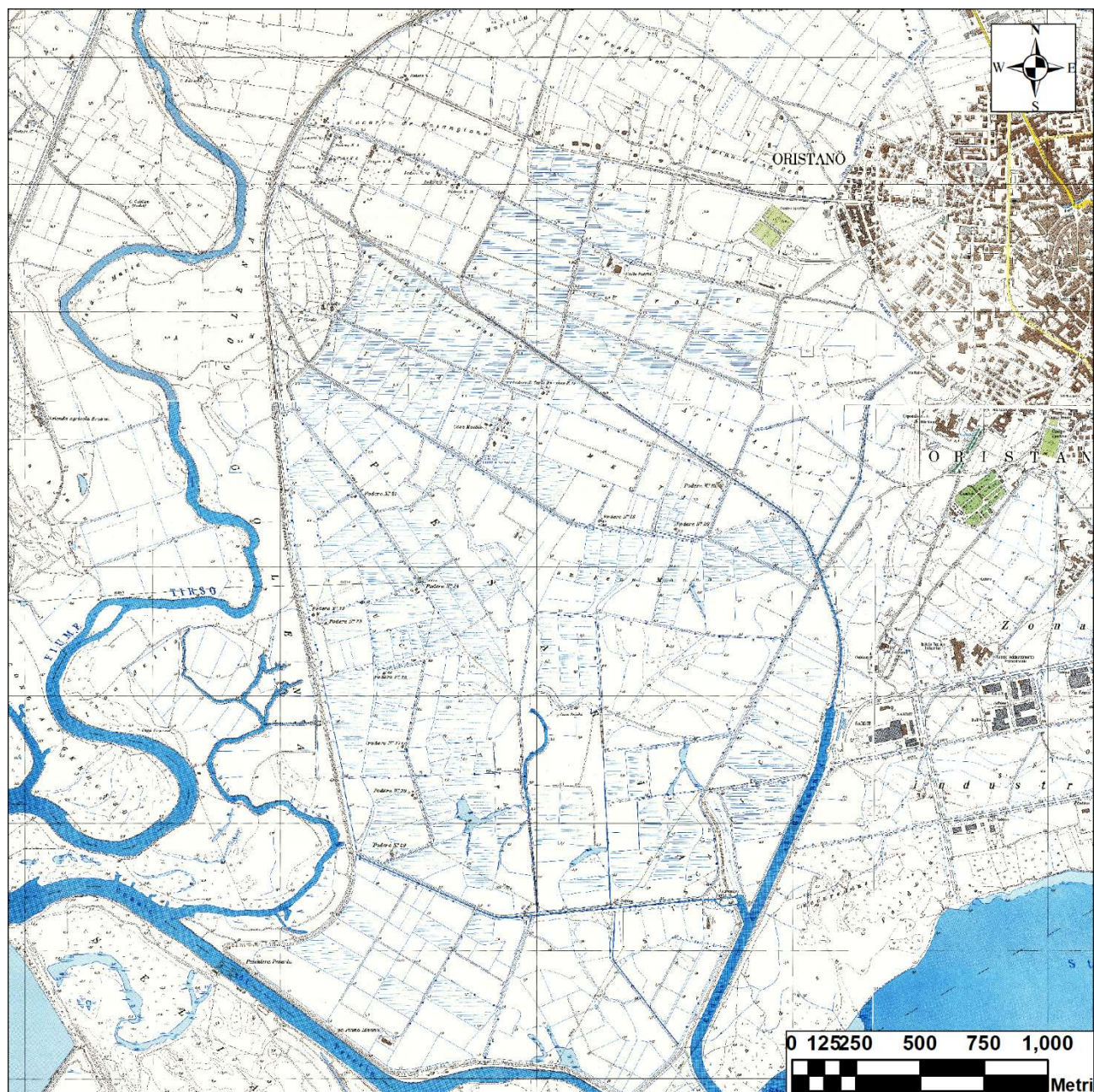


Fig. n.3 – Stralcio cartografia Cassa del Mezzogiorno del distretto irriguo.

CARATTERIZZAZIONE AGRONOMICA E FABBISOGNO IRRIGUO

Il distretto irriguo di *Pesaria* è caratterizzato da una forte vocazione risicola che vede oltre il 95% dei campi coltivati a risaia. La coltivazione del riso nonostante la sperimentazione di nuove tecniche di coltivazione come la semina in asciutto, è incentrata sull'irrigazione per sommersione.

Questo sistema consiste nel far giungere l'acqua irrigua sul terreno con portate tali che esso ne resti sommerso, sia temporaneamente, tra un adacquamento e il successivo, sia costantemente per più giorni, e talora mesi. Necessaria nell'irrigazione per sommersione è la costituzione di scomparti a forma rettangolare, limitati da arginelli che permettono l'invaso delle acque; arginelli interrotti da tagli muniti di paratoie di presa e di scarico con le quali sono rese possibili l'immissione e l'eliminazione regolata delle acque irrigue.

Dipendentemente dagli scopi da raggiungere, l'acqua può ristagnare sul terreno per un tempo più o meno lungo oppure avervi moti orizzontali; può inoltre passare successivamente per due o più scomparti in cascata, prima della sua eliminazione. Il complesso della rete di distribuzione e di quella di scolo, che possono avere anche parti in comune, deve essere tale da permettere l'immissione più rapida possibile dell'acqua (volumi importati) e la sua altrettanto rapida eliminazione, quando occorra, senza che restino delle aree di parcella in non buone condizioni di scolo.

Il sistema a sommersione prettamente utilizzato per la coltivazione delle risaie è di preferenza nei terreni piani, e più specialmente laddove sono disponibili forti portate, sia pure per breve periodo di tempo; ciò che permette ad esempio la somministrazione di diserbanti e fertilizzanti.

Aspetto particolarmente importante è la permeabilità del terreno, al variare della permeabilità del terreno è legata l'entità del modulo impiegato, che si fa aumentare con la prima, allo scopo di contenere entro i limiti tollerabili le perdite per infiltrazione che si hanno durante la fase di riempimento. Gli scomparti possono essere di forma regolare, la superficie del terreno entro ogni scomparto non si fa orizzontale, ma si lascia ad essa una certa pendenza (più prossima possibile per ragioni economiche, a quella naturale) affinché l'acqua in eccesso possa venire eliminata tra un adacquamento ed il successivo; ed è appunto per facilitare ulteriormente questa eliminazione che vengono anche incise nell'interno dello scomparto regolari assolcature che conducono l'acqua sino alla bocca di scarico. L'ampiezza degli scomparti, a pari pendenza del terreno può essere fatta tanto maggiore quanto più grande è il corpo d'acqua e impiegato e quanto è minore la rapidità di infiltrazione dell'acqua nel terreno.

L'acqua viene immessa nello scomparto dal canale distributore o da uno scomparto superiore (a cascata) mediante bocche a grande luce, in modo che non si raggiungano attraverso di esse e immediatamente a valle velocità erosive dell'acqua. Quando l'irrigazione è continua, l'acqua si riserva da uno scomparto al successivo tracimando su una o più soglie a quota lievemente inferiore a quella del livello che deve raggiungere l'acqua in condizioni di permanenza nello scomparto superiore. Tutti gli scomparti sono dotati di scarico di fondo per agevolare lo scarico della risaia durante i periodi di asciutta, per evitare un ristagno dannoso delle colture.

In condizioni di permanenza, è il caso della risaia, può ammettersi verificata una semplice elazione tra la portata q (m^3/sec) del corpo d'acqua o modulo impiegato, L'area w (m^2) di uno scomparto o complessivamente di uno o più scomparti serviti successivamente con le medesime acque, e il coefficiente di infiltrazione P (m/sec) del terreno in immersione, l'intensità d'evaporazione e (m/sec) dello specchio liquido:

$$q = (P + e) w$$

La quale esprime che la portata affluente deve compensare il complesso delle perdite (ammessa compresa in P anche l'acqua di traspirazione delle colture, che è una piccola frazione del totale).

Nel periodo di riempimento, invece, mentre da una parte P è da ritenere maggiore che alla permanenza, e potrà essere maggiore o minore ma la superficie w se le medesime acque servono in cascata più scomparti, crescerà progressivamente; quindi detta $w(t)$ l'area, crescente con il tempo sino al valore finale w, affinché possa realizzarsi un invaso occorrerà si verifichi, in detta prima fase, ad ogni istante di essa:

$$q > (P + e) w(t)$$

Espressione che risulta verificata, per P poco variabile con il tempo, anche se q è lo stesso corpo d'acqua impiegato alla permanenza.

Nell'irrigazione per sommersione intermittente, può stabilirsi dapprima una disequaglianza tra le grandezze w, p e q, esprimendo che si realizza effettivamente un invaso:

$$q > Pw$$

In questa espressione si è ommesso di considerare l'evapotraspirazione, data la brevità del tempo impiegato per il riempimento dello scomparto. Questo tempo T poi lo si otterrà dalla relazione differenziale:

$$q dt = w (dh + P dt)$$

Nella quale h è lo spessore medio raggiunto dalla lama d'acqua al tempo t generico; integrandola per t da 0 a T e per h da 0 ad h_1 (m) spessore medio della lama d'acqua sullo scomparto che viene raggiunto al tempo T e che corrisponde al massimo invaso di esso, si ha la

$$(q - w \bar{P})T = A h_1$$

Nella quale si indica con $\bar{P}$ il valore medio di P in T: $\frac{1}{T} \int_0^T P dt$

Se si indica ora con H (m) il fabbisogno d'acqua irrigua per ogni adacquamento, espresso in spessore di lama d'acqua sul suolo si avrà, ammettendo che l'acqua ristagni sino alla sua totale infiltrazione, (senza colatura dell'acqua immessa nel comparto), un secondo legame tra q, w e T definito dalla:

$w H = q T$ dalla quale in conclusione se ne dedurranno le due relazioni seguenti che forniscono i valori di w e di T:

$$w = \left(1 - \frac{h_1}{H}\right) \frac{q}{\bar{P}} \quad T = \frac{H - h_1}{\bar{P}}$$

Mentre H e h_1 possono ammettersi dati a priori, il valore di $\bar{P}$ non può che stabilirsi sperimentalmente caso per caso e identificarsi, per approssimazione con quello che si verifica in condizioni di permanenza.

Partendo dalle considerazioni espresse è stato studiando il distretto irriguo di *Pesaria* il quale è già infrastrutturato per la coltivazione del riso: i compartimenti sono già esistenti, gli arginelli e i canali di scolo sono già definiti, si è provveduto ad individuare i parametri base per determinare la dotazione irrigua

La superficie lorda del distretto irriguo è di circa 600 ha dai quali si identificano circa 500 ha coltivati a risaia e 3 ha di altre colture, effettivamente irrigati stagionalmente (media 2022-2023: 48 ha riso, 2 ha pomodoro, 0.5

ha frutteto e ortive). La dimensione media dei comparti esistenti è di 2,4 ha, ma si sottolinea alla presenza di comparti di superficie superiore ai 10 ha.

La tipologia dei suoli e la ormai consolidata coltivazione a risai permette di stimare una permeabilità dei suoli pari a 10^{-3} cm/sec (0.00001 m/sec).



Fig. n.4 – Comparti coltivati a riso nel distretto di Pesaria.

Sulla base delle considerazioni trattate nel punto precedente, la coltura risicola necessita di un notevole afflusso d'acqua nella fase di allagamento primaverile.

Si considera il valor di H pari a 0,30 m, il fabbisogno d'acqua irrigua per ogni adacquamento, espresso in spessore di lama d'acqua sul suolo (che corrispondono a circa 3'000 m³/d a ettaro) si ottiene per le equazioni espresse sopra una q di 0,035 (m³/sec) 35 l/sec alla quale si ottiene un tempo T di sommersione di 23,3 ore/ha.

SERVIZIO IRRIGUO TURNATO

Con riferimento alle considerazioni del paragrafo precedente, da cui si evince che le maggiori criticità nella progettazione della rete di distribuzione risiedono nei periodi di allagamento (aprile-giugno), si ipotizza l'instaurazione di un servizio irriguo turnato. Tale ipotesi, di filosofia opposta all'attuale sistema alla domanda, assicura maggiormente i tempi di riempimento dei comparti, soprattutto grazie alla disponibilità dei sistemi informatici di controllo e comando dei prelievi. Tale scelta ottimizza l'architettura della rete e minimizza le dimensioni delle tubazioni necessarie.

Stabilito il tempo massimo per il riempimento di tutto il distretto pari a 15 giorni, con disponibilità del servizio 24 h su 24, si potranno riempire $500 / 15 = 33.33$ ha/giorno ovvero $3'000.00 * 33.33 = 100'000$ mc/giorno a cui corrisponde una portata continua complessiva pari a 1.158 mc/s che per sicurezza si incrementa del 30% per compensare possibili interruzioni del servizio per guasti o festività e per un potenziale sviluppo del comparto. Il fabbisogno di picco di progetto sarà, pertanto, pari a 1'470 l/s, corrispondente all'apertura contemporanea di 42 consegne da 35 l/s opportunamente distribuite lungo le adduttrici per limitare la dimensione delle tubazioni principali.

Le verifiche idrauliche, comunque, sono state svolte nelle condizioni più gravose, cioè quando vengono irrigati i comparti più periferici.

Per non eccedere con le dimensioni delle tubazioni delle derivazioni secondarie, inoltre, è stato imposto il limite di apertura di 10 utenze contemporanee (10 utenze per il ramo G, 22 utenze per il ramo H, 10 utenze dalla condotta principale a monte del partitore G-H).

SOLUZIONE TECNICA ADOTTATA

Il Consorzio per meglio interpretare la morfologia su cui si svilupperà la nuova rete ha provveduto ad effettuare un rilievo piano altimetrico delle opere esistenti. L'impianto di progetto prevede un servizio irriguo a mezzo di tubazioni interrate in pressione ed opere principali, inquadrabili nel sistema di distribuzione settoriale e aziendale, suddivisibili in condotte principali e distribuzione.

Condotte principali

La condotta adduce le acque dal bacino di compenso di Su Cungiau Lacus verso il distretto irriguo ubicato più a sud con una tubazione in PEAD DN 1'600 mm. Detta condotta presenta una lunghezza di 1.570 mt e risulta posizionata sotto il piano di campagna dove passa l'attuale canale di mandata. La portata massima defluente è di 1505 l/sec, che consente di soddisfare la richiesta irrigua. La condotta deriva dal serbatoio di compenso alla quota minima pari a 5.46 m slm.

Dal nodo H-G della condotta DN 1'600 si dipartono due condotte DN 1'200 il ramo est che si estende per 3'507 m dal quale si diramano lungo il percorso le condotte distributrici, mentre il ramo ovest si estende per 3'457 m sempre verso sud seguendo in parallelo il tratto arginato del fiume Tirso.

Lungo i vari tratti di avvicinamento si dipartono condotte che svolgono la funzione di distributrici dalle quali è prevista l'installazione di punti di presa diretti. Nel complessivo si prevede di estendere la rete di diretti per 8'151 metri per poter raggiungere tutti gli scompartimenti presenti.

Condotta secondaria per distribuzione

Le condotte di distribuzione verranno realizzate da tubazioni DN 1'000 e DN 300 con un sviluppo complessivo rispettivamente di 9030 m e 2035 m.

Le condotte di distribuzione mirano a servire puntualmente tutti gli scompartimenti esistenti sopperendo anche a quelli che attualmente non sono raggiunti dalle canalette e vengono irrigati per trasferimento di volume da uno scompartimento a adiacente.

In figura 5 si riportano le condotte previste.

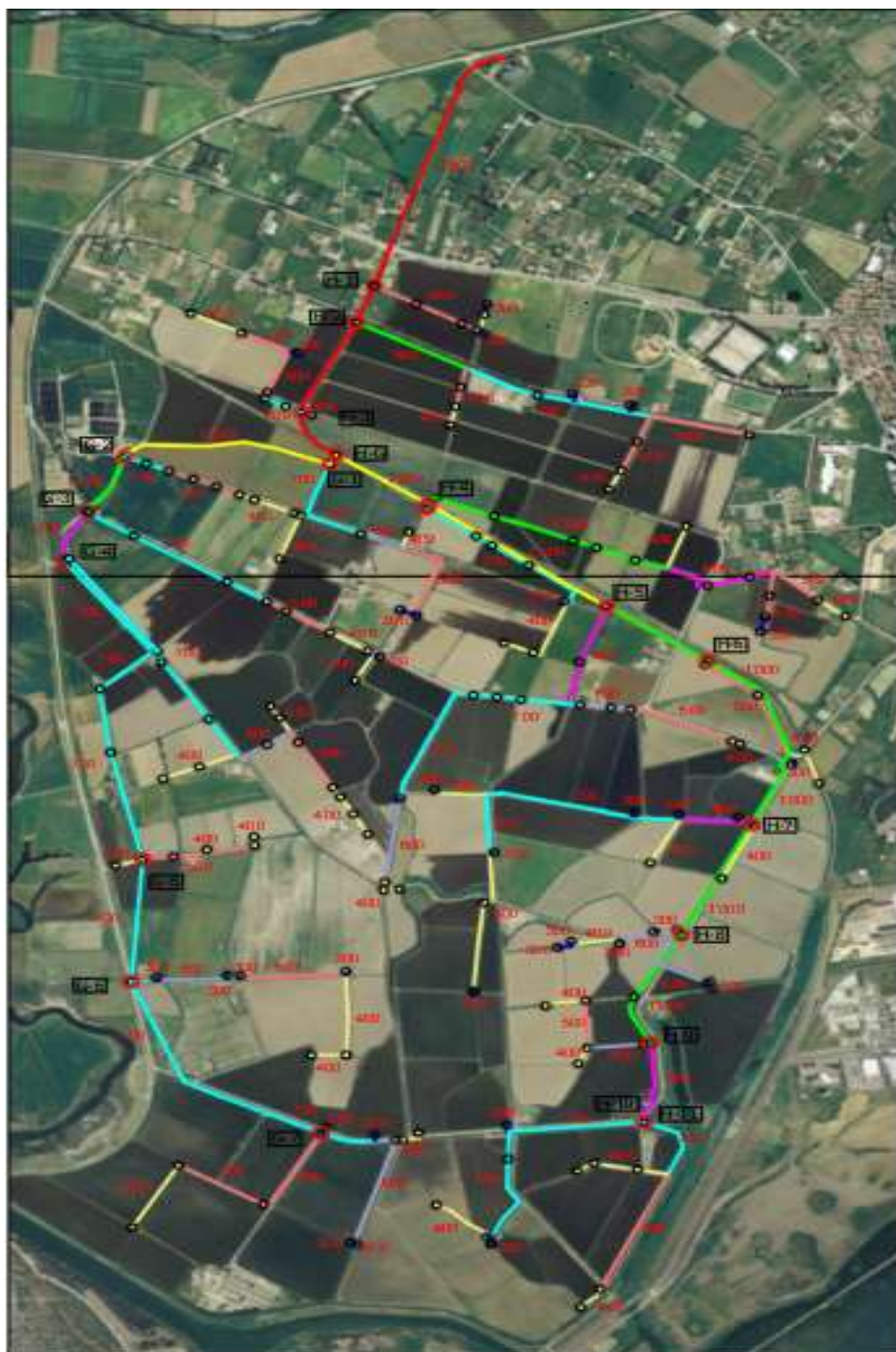


Fig. n.5 – Planimetria condotte in progetto

SCHEMA IDRAULICO

Come riportato nella precedente Fig. 5, lo schema idraulico in progetto è molto semplice: dalla vasca esistente si dipartono le condotte di avvicinamento e di distribuzione.

Le Reti di distribuzione comiziali costituiscono maglie aperte che, con uno o più rami alimentano le portate necessarie, ai singoli gruppi aziendali ubicati possibilmente sui confini di proprietà ed in posizione altimetrica dominante così da garantire il sistema di distribuzione per sommersione.

TRACCIATO DELLE TUBAZIONI

Il tracciato delle tubazioni è stato previsto dove possibile all'interno delle aree di pertinenza delle canalette esistenti (servitù con fasce di rispetto di 3 metri), solo per alcuni rami, quelli che raggiungano compartimenti attualmente non serviti direttamente dalle canalette, è prevista l'imposizione di nuove servitù di acquedotto dell'ampiezza pari a 4.00 m.

Lungo il percorso delle varie tratte ed in particolar modo lungo l'adduttore esterno si prevedono le opere d'arte di linea necessarie per gli attraversamenti delle infrastrutture (strade, alvei e canali) e per il corretto funzionamento idraulico (scarichi e sfiati).

La rete di distribuzione comiziale necessariamente interessa le proprietà private, ma, in linea preferenziale, si prevede il transito per la viabilità rurale, per i limiti territoriali o per confini. Negli elaborati grafici sono riportati elementi esplicativi dei siti di ubicazione delle opere d'arte principali e tipologiche nonché le peculiarità costruttive e dimensionali delle stesse.

VERIFICA IDRAULICA DELLE CONDOTTE

Per la verifica idraulica delle condotte è stata utilizzato il software Epanet che propone tra le scelte possibili la formula di Hezen-Williams:

$$H_L = \frac{4.727 L Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.871}}$$

Dove:

H_L = perdite di carico per unità di lunghezza (m)

Q = portata (l/sec)

L = lunghezza condotte (m)

D = diametro (m)

C = coefficiente di rugosità Hazen-Williams C pari a 120 utilizzabile per condotte plastiche.

Calcoli idraulici

Il calcolo idraulico delle condotte è stato elaborato stimando elaborando diversi scenari che prevedono la distribuzione della portata complessiva di 1,470 m³/s considerata come portata critica per garantire la domanda irrigua per la coltivazione delle risaie, ovviamente, risulta modulare del corpo d'acqua Ca fissato pari a 35 l/s.

Individuate le portate si è fissato il diametro delle tubazioni di ogni tronco con il di garantire una pressione minima sui gruppi di consegna aziendali di 0,60 metri, che consente l'erogazione di 35 l/s..

Si riporta di seguito gli schemi idraulici della domanda dello scenario più gravoso verificato e i risultati delle pressioni ai nodi, e i risultati analitici su ogni singolo nodo.

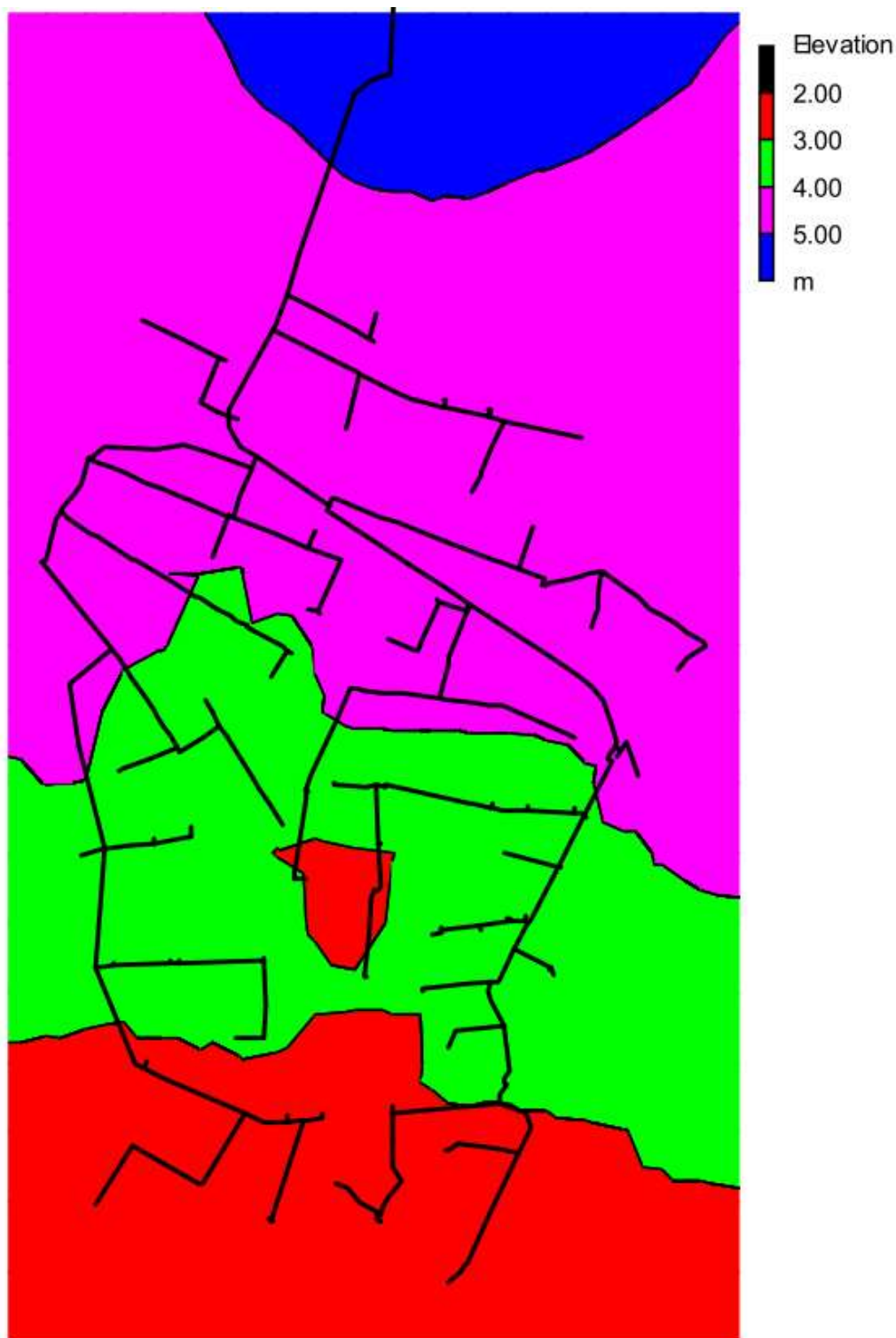


Fig. n.6 – Elevazione Terreno.



Fig. n.7 – Simulazione della domanda irrigua



Fig. n.8 – Pressioni ai nodi nella simulazione.

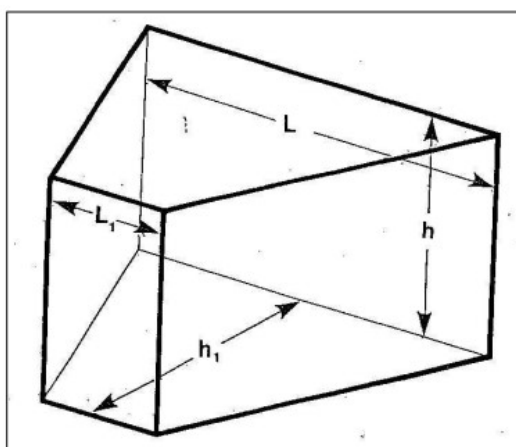
BLOCCHI DI ANCORAGGIO PLANIMETRICI

Nei tratti in cui l'andamento della condotta subisce cambiamenti di direzione in senso planimetrico e/o altimetrico, la curva o il raccordo sono sottoposti all'azione centripeta risultante dalla composizione delle spinte (idrostatica e quantità di moto), ovvero delle spinte sul terreno, agenti sulle sezioni che limitano, a monte e a valle, la curva o il raccordo stesso. Per tali motivi nei punti delle condotte in progetto caratterizzati dalle suddette condizioni, è prevista la realizzazione di opportuni blocchi di ancoraggio in calcestruzzo al fine di contrastare efficacemente le azioni destabilizzanti, consentendo di assorbire la spinta idrostatica e la forza centripeta che si verificano sul piano orizzontale e verticale in relazione alle varie situazioni di carico che possono verificarsi in funzione anche dei differenti angoli di curvatura delle condotte medesime. In tali punti dovrà, inoltre, essere eseguita un'adeguata compattazione del materiale di rinterro.

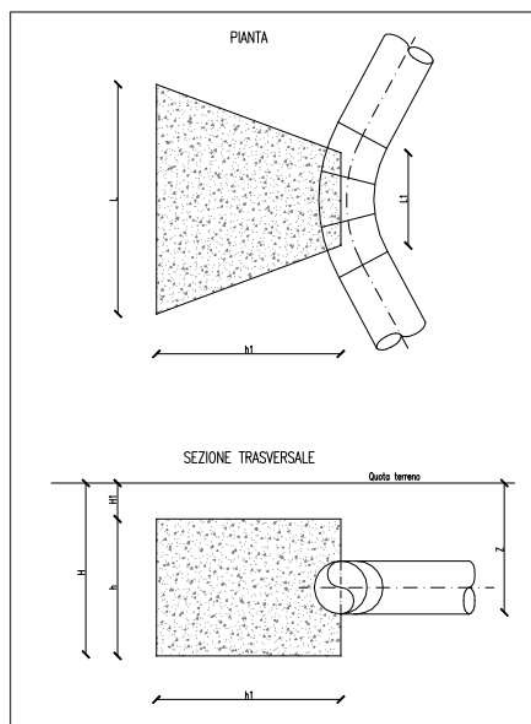
I blocchi saranno realizzati con calcestruzzo avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
- classe di esposizione e durabilità: XC2
- rapporto (a/c) max: 0,50;
- classe minima di resistenza a compressione (UNI 11104) C25/30 – R_{ck} 30 N/mm²;
- classe di consistenza: S3/S4;
- contenuto minimo di cemento: 350 kg/m³;
- D_{max} dell'aggregato: 32 mm;
- copriferro minimo nominale: 5 cm;
- la resistenza alla penetrazione all'acqua (come da norme ISO 7031) deve essere:
- $R_{pmax} < 50$ min; $R_{pmed} < 20$ min

I blocchi di ancoraggio in progetto sono del tipo “a reazione-semigravità”, in quanto sfruttano, oltre al peso proprio, la mobilitazione della resistenza passiva del terreno e, dal punto di vista dimensionale possono essere rappresentati secondo lo schema generale riportato in figura:



Il getto in opera di tali blocchi dovrà avvenire direttamente contro la parete verticale o semiverticale indisturbata del terreno. Nelle figure successive sono, invece, indicati gli schemi tipologici dei blocchi previsti in progetto:



Ai fini del dimensionamento e della verifica a stabilità dei blocchi d'ancoraggio deve essere soddisfatta la seguente relazione:

$$R < S_{stab} = S_p + A_t = S_p + \omega * G$$

dove:

- R = Spinta risultante trasferita al blocco determinata dalla condotta in pressione, diretta radialmente verso l'esterno della curva / raccordo;
- S_{stab} = Azione stabilizzante totale data dal blocco e dalla spinta passiva;
- S_p = Spinta passiva resistente del terreno a tergo del blocco;
- A_t = Forza di attrito tra la base del blocco e il terreno di fondazione;
- G = Peso proprio del blocco d'ancoraggio;
- ω = Coefficiente di attrito calcestruzzo blocco – terreno.

Il valore della risultante della spinta sulla condotta e, quindi, trasferita al blocco è ottenuta dalle seguenti formule:

$$R = 2 * P * \sin \alpha/2$$

dove:

$$P = p_c * \pi/4 * D_e^2$$

dove:

- α = angolo di deviazione dei due tronchi rettilinei di tubazione contigui;
- P = spinta risultante delle pressioni parallela all'asse del tubo;

- p_c = pressione di collaudo, pari a 1.5 volte la pressione massima di esercizio $P_E = 6.00 \cdot 1.5 = 9.00$ bar

La spinta R è diretta perpendicolarmente alla parete sterna dello scavo e può essere contrastata in parte mediante la forza di attrito che nasce alla base di appoggio del blocco di ancoraggio sul terreno e in parte a mezzo della spinta passiva della parete di scavo indisturbata a contatto con il blocco.

In ragione delle caratteristiche geometriche dei blocchi si è assunto coincidente il punto di applicazione della risultante R e del peso G del blocco.

La spinta passiva S_p è, invece, quella che si determina lateralmente in uno scavo verticale allorché viene realizzato un manufatto che tende a comprimere la parete verticale dello scavo stesso.

Tale spinta, propriamente dovrà, quindi, intendersi come azione di resistenza e di contrasto del terreno, determinabile mediante la teoria di Rankine, secondo le seguenti ipotesi:

- superficie di scorrimento di forma piana;
- attrito calcestruzzo – suolo nullo, cioè assenza di tensioni tangenziali di contrasto fra blocco di ancoraggio – terreno e applicazione della spinta passiva perpendicolarmente alla struttura.

Con queste considerazioni si ammette che la propagazione della rottura avvenga contemporaneamente in tutti i punti della superficie di scorrimento e la rottura sia indipendente dalla deformazione del terreno poiché la resistenza di quest'ultimo dipende esclusivamente dai parametri di coesione e dall'angolo di attrito interno assunti costanti e caratteristici dello stato rigido plastico perfetto considerato.

Le verifiche statiche dei blocchi sono state eseguite con l'utilizzo di un foglio di calcolo in uso al Consorzio, che standardizza le misure del blocco per facilitarne la computazione.

Di seguito si riporta l'abaco utilizzato e lo schema geometrico del blocco.