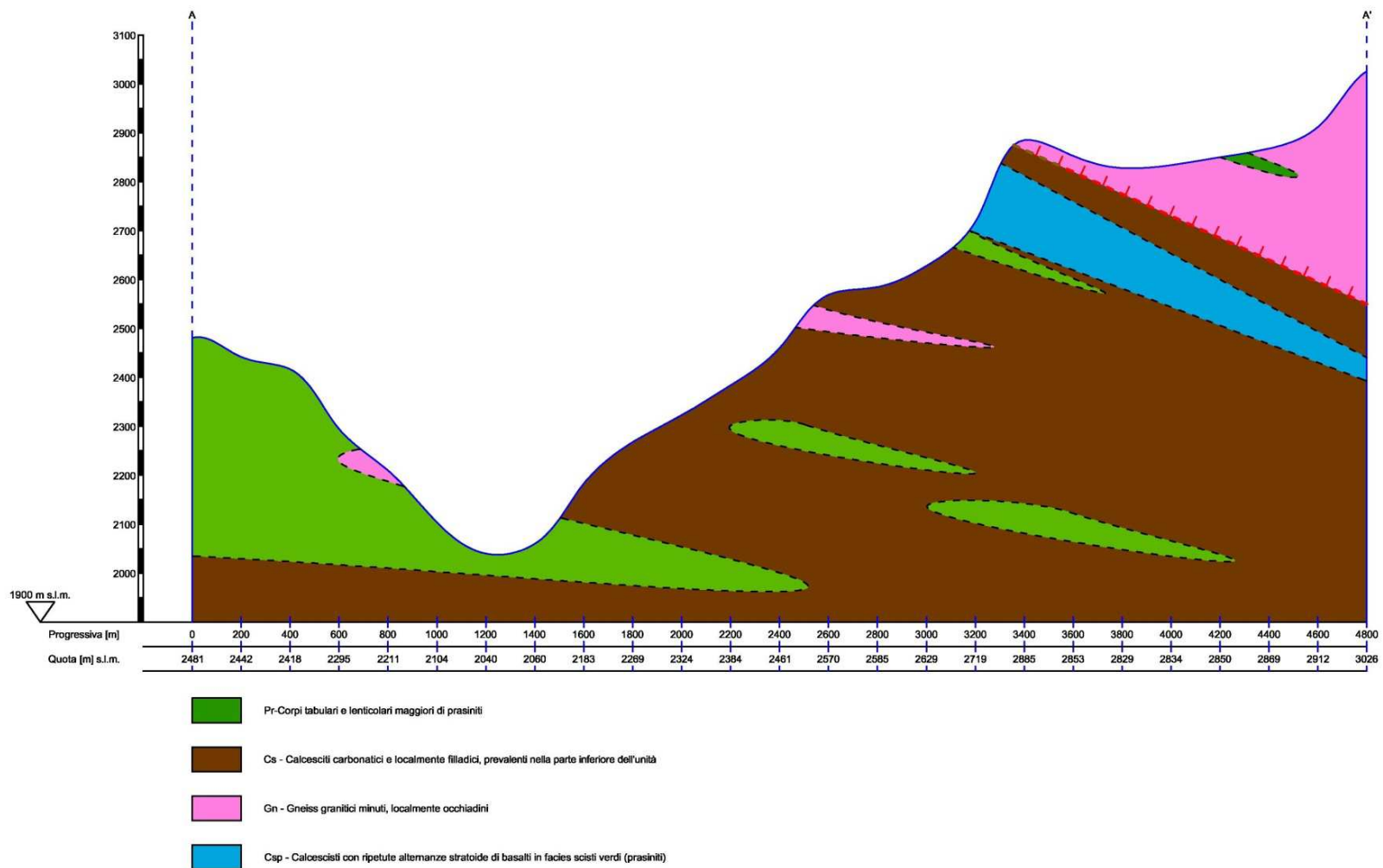


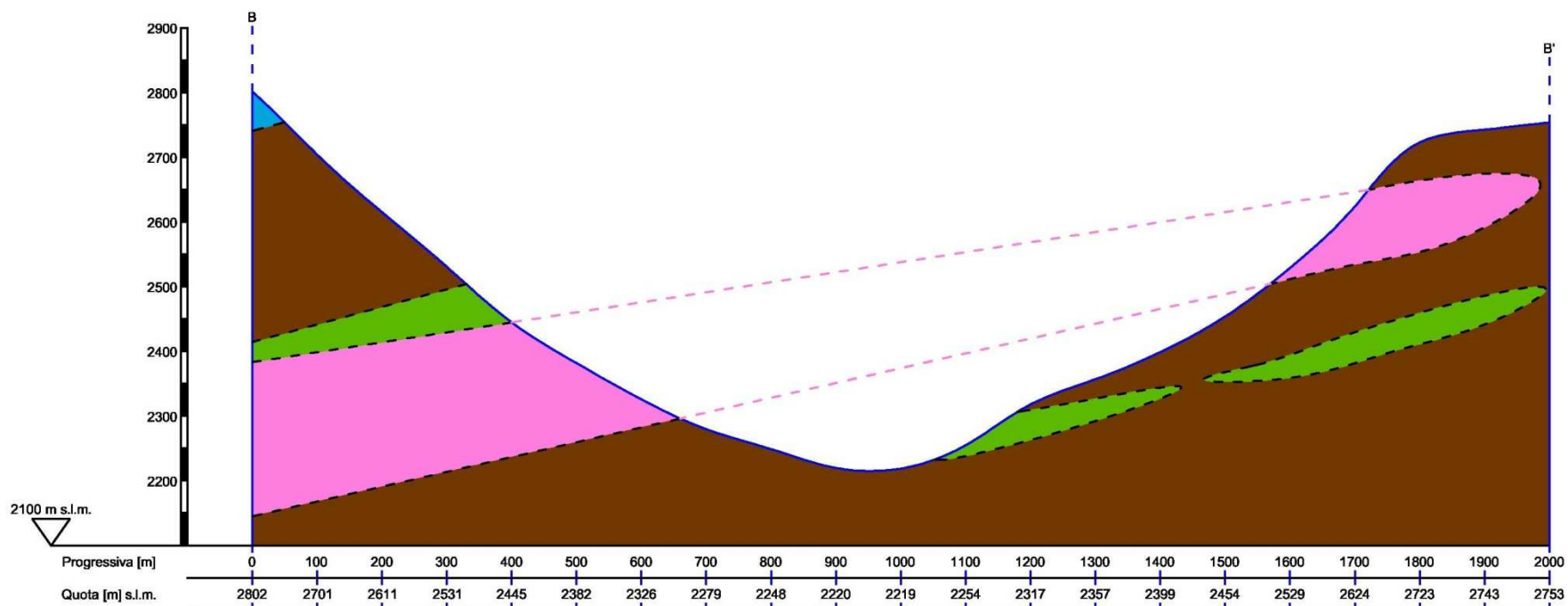
13.2.SEZIONE A-A'









13.3.SEZIONE B-B'



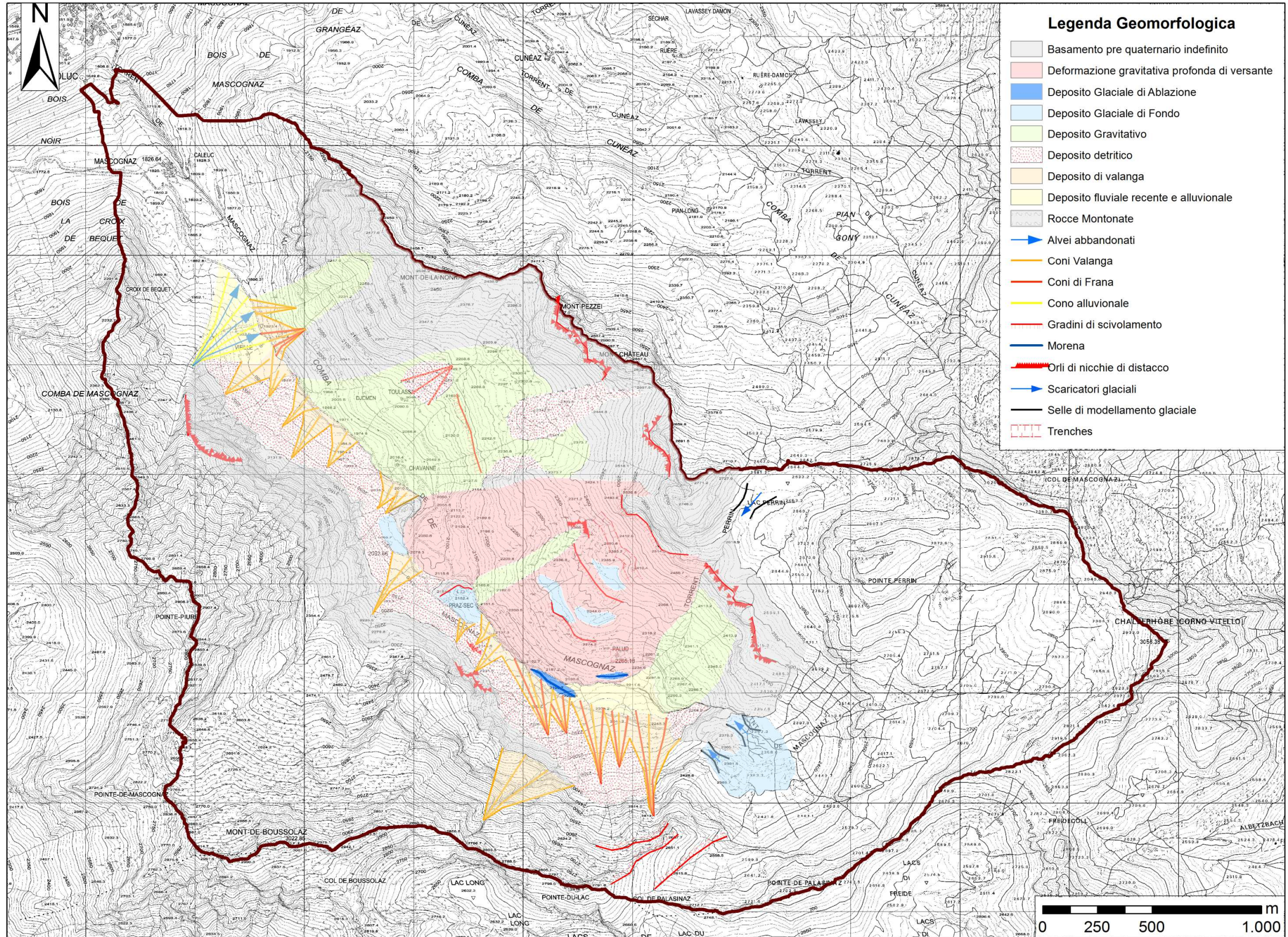


-  Pr-Corpi tabulari e lenticolari maggiori di prasiniti
-  Cs - Calcesciti carbonatici e localmente filladici, prevalenti nella parte inferiore dell'unità
-  Gn - Gneiss granitici minuti, localmente occhiadini
-  Csp - Calcescisti con ripetute alternanze stratoide di basalti in facies scisti verdi (prasiniti)



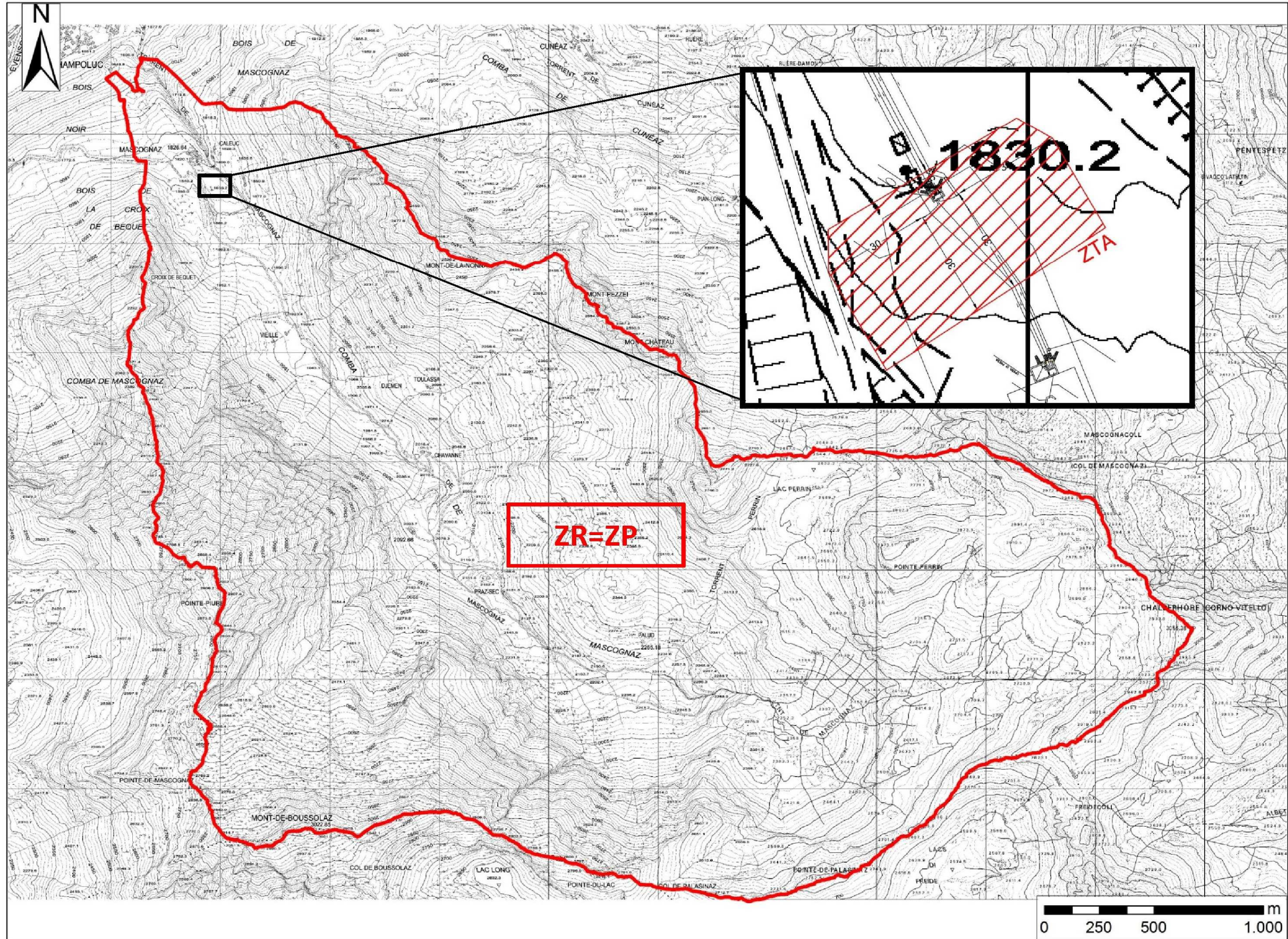
13.4. CARTA GEOMORFOLOGICA





13.5.AREA SALVAGUARDIA MASCOGNAZ 1

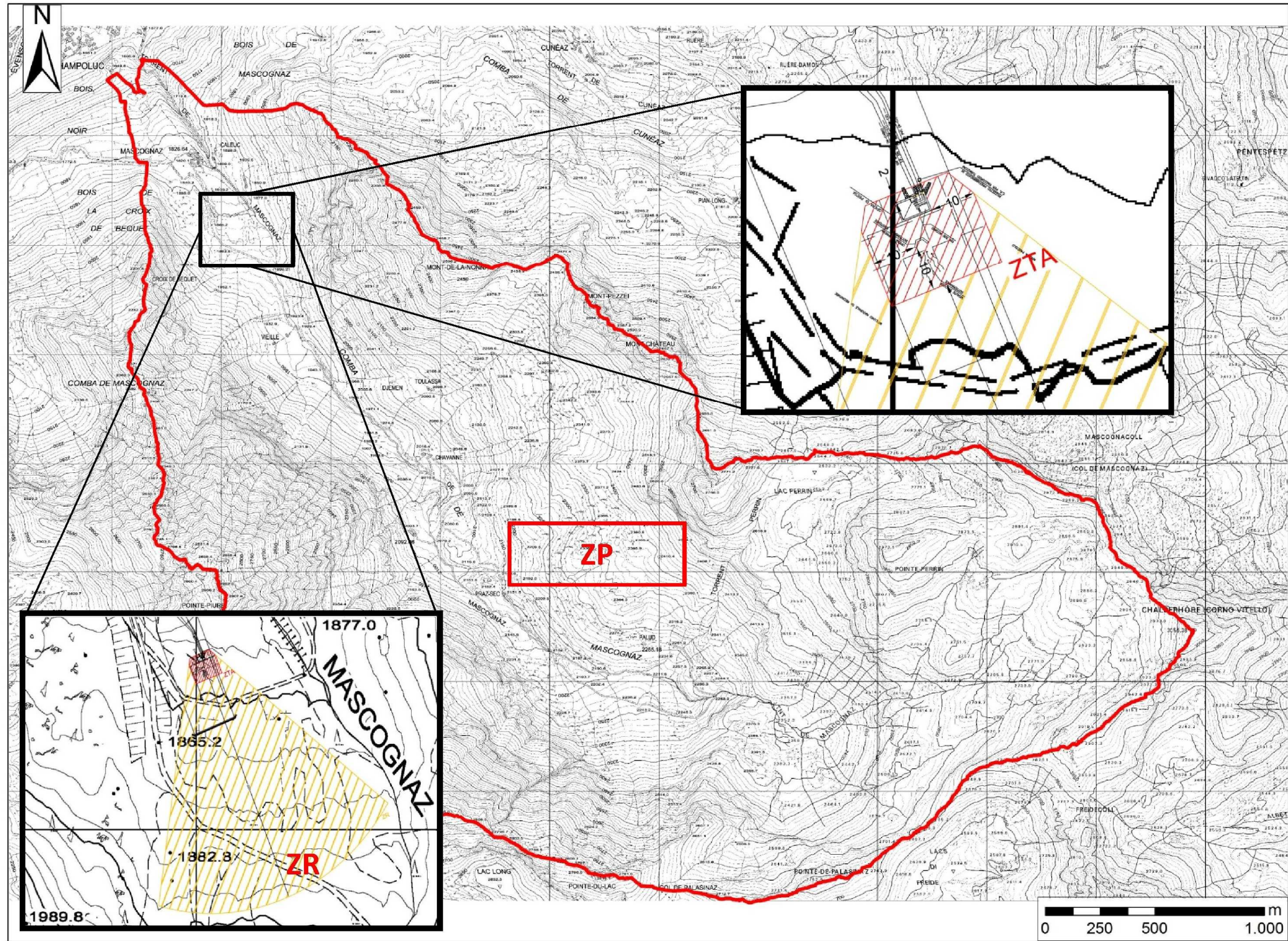




I valori sono espressi in metri

13.6.AREA SALVAGUARDIA MASCOGNAZ 2





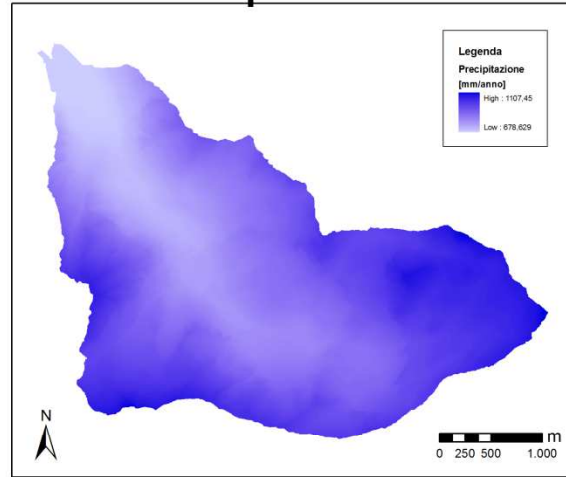
I valori sono espressi in metri

13.7. BILANCIO IDROGEOLOGICO INVERSO

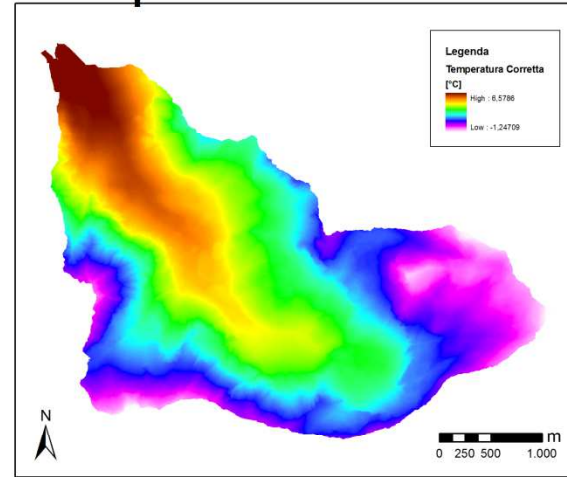


Bilancio Idrogeologico Inverso

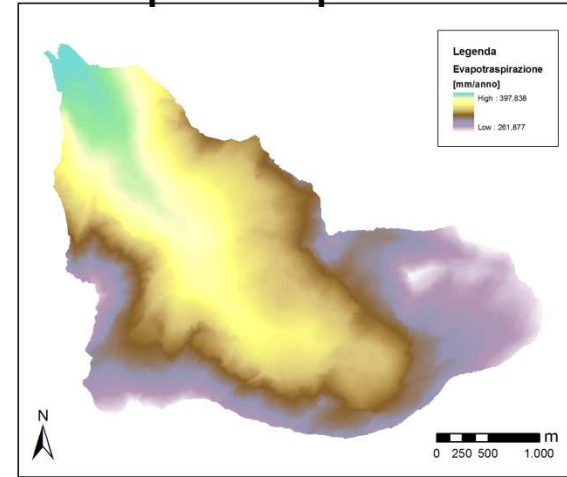
Precipitazione



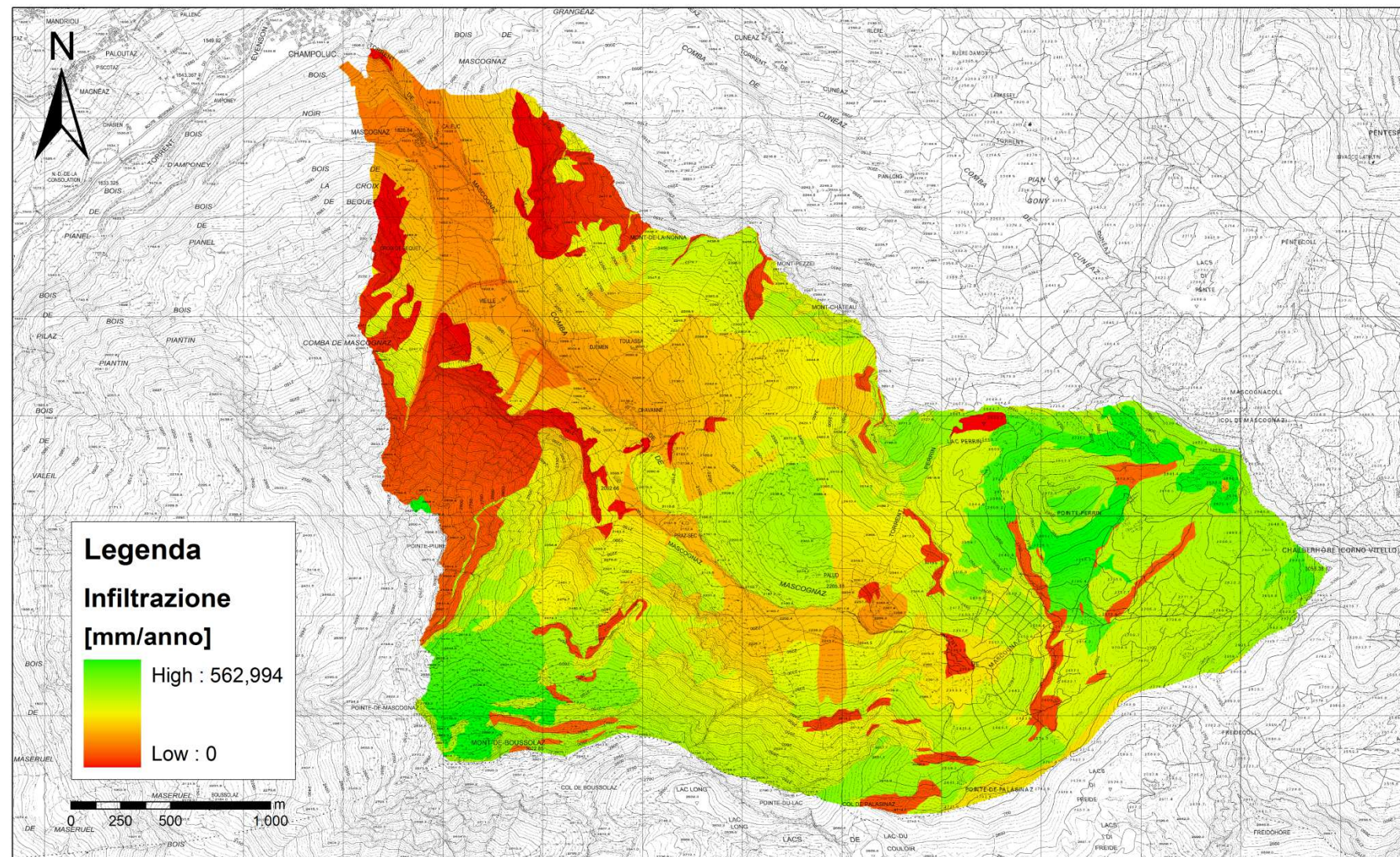
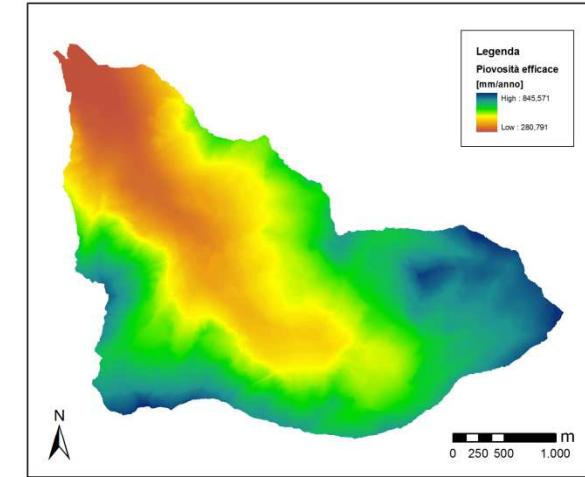
Temperatura corretta



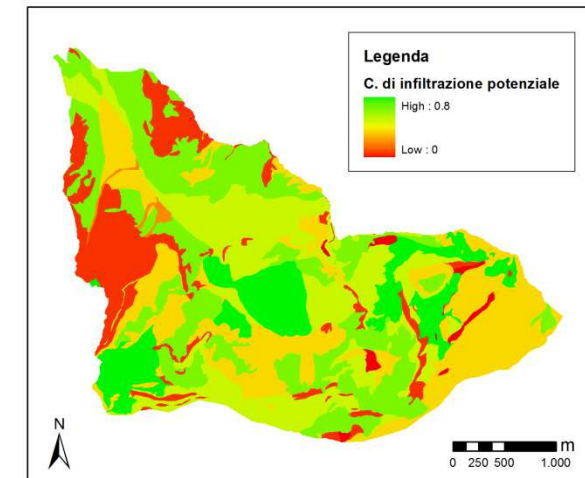
Evapotraspirazione



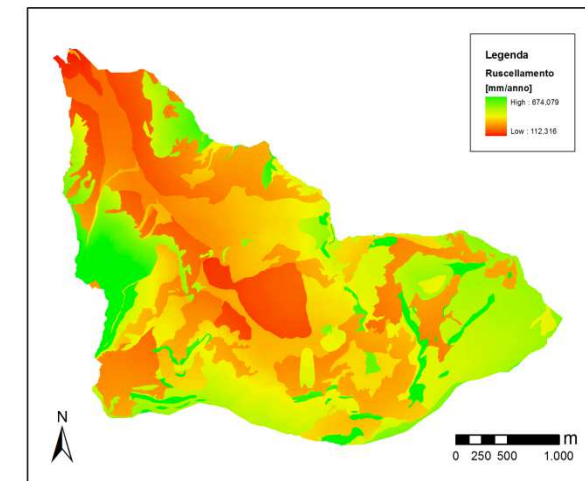
Piovosità efficace



Coefficienti di infiltrazione



Ruscellamento



14. IL BUSINESS PLAN E LA START CUP



14.1. INTRODUZIONE

Con la partecipazione dell'Ing. Bartolomeo Montrucchio e del Dott. Gabriele Nocerino nella primavera del 2011 ho partecipato alla:

“Start Cup Piemonte Valle d'Aosta è una competizione tra progetti d'impresa innovativi e ad alto contenuto di conoscenza finalizzati alla nascita di imprese innovative”

La Start Cup Piemonte Valle d'Aosta è un **concorso di progetti imprenditoriali dedicato a tutti coloro che hanno un progetto di impresa innovativa**. Le imprese innovative sono quelle che apportano, in un prodotto o in un processo, nell'organizzazione o nel rapporto con il mercato, caratteristiche di novità rispetto allo stato della tecnologia riscontrabile nelle imprese del territorio e che rappresentino una valorizzazione economica di saperi e competenze scientifiche. Inserendoci proprio in questo contesto, poiché con il nostro prodotto apportavamo un'innovazione tecnologica nella sensoristica per la misura delle caratteristiche della neve, abbiamo quindi deciso di prendervi parte, avvalendoci dell'esperienza dell'Ing. Enrico Ghia dell'incubatore I3P del Politecnico di Torino, siamo riusciti a formulare un'ottima proposta.

Il concorso è organizzato in due fasi:

Nella prima fase - **Concorso delle Idee** - si presentava un'idea di impresa descrivendo sinteticamente il progetto ed evidenziando il contenuto innovativo e i settori applicativi.

Nella seconda fase - **Concorso dei Business Plan** – si doveva redigere un Business Plan completo, descrivendo un progetto imprenditoriale caratterizzato da un alto contenuto di conoscenza, tecnica o tecnologica, indipendentemente dal suo stadio di sviluppo.

Noi come team imprenditoriale abbiamo deciso di parteciparvi non avendo come fine quello di confrontarci con idee e persone coinvolte nel mondo produttivo e seguire tutto l'iter procedurale per costituire un'impresa per un eventuale futuro.



14.2. IL CONCORSO DELLE IDEE

Il concorso delle idee è, come suddetto, la prima parte di questo concorso, a cui abbiamo partecipato ottenendo un'ottima valutazione infatti: siamo rientrati tra i primi 10 progetti tra Piemonte e Valle d'Aosta su oltre 250 domande. La presentazione delle idee è stata svolta il 30/06/2011 presso I3P (Figura 193).




PRESENTAZIONE IDEE IMPRENDITORIALI START CUP 2011
30 giugno 2011 @ I3P

Ora	Titolo idea	Settore	L'idea imprenditoriale	Incubatore di riferimento e tutor
17.40	Fotochionometro	AMBIENTE	Il progetto prevede la costruzione di uno strumento, semplice ed economico, finalizzato a misurare la densità della neve sfruttandone le proprietà ottiche, attraverso l'inserimento nel manto nevoso di uno o più emettitori di luce per poi andare ad analizzare la luce trasmessa. Applicazioni in ambito: Fusione nivale, valanghe, densità della neve, snow water equivalent	I3P - Incubatore di Imprese Innovative del Politecnico di Torino Ing. Enrico Chia, e-mail ghe@i3p.it
17.50	TrackMi	ICT	TrackMi è un sistema tecnologico che, attraverso una politica di incentivi, promuove una mobilità sostenibile all'interno della città per una riduzione significativa delle emissioni di anidride carbonica. Applicazioni in ambito: Social Network per un'organizzazione ecosensibile degli spostamenti in città	I3P - Incubatore di Imprese Innovative del Politecnico di Torino Dott. Massimiliano Ceaglio, e-mail ceaglio@i3p.it
18.00	ARRU	ICT	ARRU è un sistema di navigazione di ambienti interni basato sulla realtà aumentata. Applicazioni in ambito: Sistemi di navigazione in ambienti indoor	I3P - Incubatore di Imprese Innovative del Politecnico di Torino Dott. Massimiliano Ceaglio, e-mail ceaglio@i3p.it
18.10	Novareckon	SERVIZI	Novareckon si propone come fornitore di servizi per Pmi innovative; per mezzo del know-how universitario acquisito e di software a produzione interna intende essere catalizzatore di processi di brokeraggio tecnologico, accesso a finanziamenti europei e di programmazione strategica interna. Applicazioni in ambito: Servizi	Enne3 - Incubatore d'Impresa del Polo di Innovazione di Novara Dott. Alberto Bianchi, e-mail bianchi@enne3.it
18.20	Kither Biotech	BIOTECH	L'obiettivo di Kither Biotech è lo sviluppo di composti in grado di migliorare il trattamento di patologie quali l'infiammazione cronica e il cancro, con particolare riferimento al trattamento prolungato, sfruttando una lunga esperienza del Team nel campo della ricerca di base e una strategia di sviluppo che ha già portato al deposito di due brevetti. Applicazioni in ambito: Biomed, Biotech, Pharma, Tumori, infiammazioni croniche	I3P - Incubatore delle Imprese dell'Università degli studi di Torino Dott. Giuseppe Serrao, e-mail giuseppe.serrao@i3p.it

Per ulteriori informazioni sui progetti, rivolgersi all'incubatore e al tutor di riferimento

FIGURA 193: ESTRATTO DELLA LOCANDINA DELLA MANIFESTAZIONE

Il progetto nasce da una proficua collaborazione tra il Dipartimento di Ingegneria del Territorio, dell'Ambiente e delle Geotecnologie (DITAG) ed il Dipartimento di Automatica e Informatica (DAUIN) del Politecnico di Torino.

Grazie al differente know how dei tre soggetti facenti parte del team qui presentato, si è giunti alla predisposizione di un prototipo di strumento finalizzato a misurare la densità della neve, possibilmente senza danneggiare il manto nevoso e che potesse rilevare la stratigrafia dell'ammasso nel modo più accurato possibile. Il metodo è in corso di brevettazione presso il Politecnico di Torino (la proprietà del brevetto è del Politecnico di Torino, presso cui afferiscono tutti e tre gli inventori, coincidenti con i proponenti del presente progetto imprenditoriale).

La soluzione presentata si basa sul fatto che la neve risulta avere un assorbimento di luce (nel visibile) inversamente proporzionale alla densità. Questa proprietà, nota in letteratura (Mellor, 1963), non è mai stata utilizzata per misurare le caratteristiche della neve sul campo.

L'idea alla base dell'invenzione è dunque quella di sfruttare in modo innovativo queste proprietà ottiche, inserendo nella neve uno o più emettitori di luce per poi andarne a misurare l'attenuazione. Lo scopo di questa invenzione è dunque quello



di mostrare come la densità della neve si possa misurare in maniera semplice ed economica.

L'approccio è stato validato tramite la creazione di prototipi, che hanno permesso di verificarne, tramite una campagna di test svolta nel mese di maggio 2010, il loro funzionamento; lo stadio attuale è quello di creazione di un prototipo finale ad elevate prestazioni, in grado di effettuare misure di precisione.

Le principali caratteristiche tecniche innovative del prototipo finale detto fotochionometro sono:

- la flessibilità di impiego in numerosi ambiti (i sensori possono essere dispiegati in orizzontale, verticale o seguendo il terreno, oppure ancora possono essere resi portatili);
- il costo di costruzione limitato, dovuto anche al principio fisico adottato che non richiede una elettronica particolarmente sofisticata;
- la capacità di fornire dati al momento non facilmente ottenibili o non ottenibili del tutto (quali ad esempio una stratigrafia molto accurata, anche durante la nevicata stessa, oppure la possibilità di effettuare sondaggi manuali mediante dispositivi portatili in tempi ridotti); è anche prevista la presenza contemporanea di tre led (rosso, verde e blu) per calcolare una risposta più dettagliata al variare dello spettro.

La possibilità di disporre tale sensore sia in orizzontale sia in verticale, con dimensioni a priori non limitate e con la possibilità di realizzazione di strumenti portatili di peso e ingombro ridotto, oltre che con costi limitati, permette di individuare vari ambiti applicativi:

- studio delle caratteristiche della neve per scopi di ricerca pura e applicata, in particolare per la presenza di led rossi, verdi e blu;
- studio dello Snow Water Equivalent, al fine di individuare al meglio il flusso dell'acqua in campo idrogeologico;
- studio della stratificazione della neve per la prevenzione delle valanghe (ad ora questo servizio viene svolto con notevole dispiego di uomini e mezzi);
- studio delle caratteristiche della neve artificiale depositata sulle piste sciistiche.

La cerchia di clienti, sia pubblici che privati, a cui lo strumento si rivolge è ampia.

Allo stato attuale esistono sul mercato alcuni altri strumenti in grado di svolgere compiti simili, ma sono tutti caratterizzati da costi elevati e ridotta flessibilità d'impiego. Lo strumento più diffuso, detto Snow Pillow, è di fatto costituito da una o più celle di carico in grado di misurare il peso della neve caduta sopra di esso; tuttavia le dimensioni (di solito 3x3 m²) e il fatto di calcolare solo la densità media della neve lo rendono di difficile uso. Altri, più flessibili, permettendo la determinazione di una sommaria stratigrafia della neve tramite la misura della costante dielettrica della neve stessa, mantengono costi e ingombri elevati, oltre a non essere comunque portatili. Di fatto la misura della neve sul campo viene tuttora svolta con il metodo classico basato sulla pesatura di un campione prelevato tramite carotaggio; tale metodo è preciso ed efficace, ma è di tipo



distruttivo e di difficile realizzazione richiedendo lo scavo di una profonda buca (anche di un paio di metri), con elevato dispendio di tempo, energie ed anche rischi come quello di provocare una valanga durante lo scavo stesso.

Da analisi effettuate e da collaborazioni tra il Dipartimento DITAG con differenti società private (Sommer - <http://www.sommer.at/> e OTT - <http://www.corr-tek.it/>) il mercato, sebbene si rivolga ad ambiti territoriali specifici (paesi dell'arco alpino, Stati Uniti d'America, Canada ed alcuni paesi del Sud America), è in netta espansione sia per una maggiore sensibilità alle problematiche legate alla fusione nivale causata dai cambiamenti climatici, che per una necessità di maggiore monitoraggio delle valanghe soprattutto presso i comprensori sciistici.

14.3. IL BUSINESS PLAN

Qui di seguito viene riportato il business plan che è stato realizzato a fronte della partecipazione alla seconda fase. Anche questa ha avuto un grande successo infatti abbiamo vinto il primo premio in Regione Autonoma Valle d'Aosta ma data la nostra idea di non costituire una società abbiamo rinunciato come sotto riportato:

“Con la presente vi comunichiamo la graduatoria ufficiale del Premio speciale Valle d'Aosta per il Concorso Start Cup 2011. Il Vostro Team non ha partecipato alla fase di audit in quanto ci avete comunicato l'intenzione di non costituirvi come impresa e di non insediarvi nelle Pépinières, requisiti essenziali per ricevere il premio sopra menzionato.”

14.3.1. EXECUTIVE SUMMARY

Il business plan qui presentato riguarda la creazione di una impresa i cui scopi principali sono la produzione e la commercializzazione di uno strumento innovativo denominato fotochionometro, nonché la gestione e la manutenzione delle installazioni e dei dati raccolti (qualora richiesto). Esso è in primo luogo finalizzato a misurare la densità della neve sfruttandone le proprietà ottiche attraverso l'inserimento nella neve di uno o più emettitori di luce per poi andare a misurarne l'attenuazione. Lo strumento è declinabile in differenti implementazioni rivolte a diversi scopi finali e il metodo è attualmente in fase di brevettazione (brevetto depositato il 30 maggio 2011, identificativo TO2011A000473, i tre autori sono i tre proponenti l'impresa, il brevetto è di proprietà del Politecnico di Torino).

Il calcolo della densità della neve risulta essere molto importante per numerosi ambiti applicativi:

- studio delle caratteristiche della neve per scopi di ricerca pura e applicata;
- studio dello Snow Water Equivalent, al fine di individuare al meglio il flusso dell'acqua in campo idrogeologico;
- fornire ai produttori di energie alternative, quale l'energia idroelettrica, un supporto per un migliore sfruttamento della risorsa idrica del bacino idrografico;



- studio della stratificazione della neve per la prevenzione delle valanghe (ad ora questo servizio viene svolto con notevole dispiego di uomini e mezzi);
- studio delle caratteristiche della neve artificiale depositata sulle piste sciistiche per fornire un servizio di qualità ed in tempo reale agli operatori dei comprensori sciistici.

L'ampiezza di mercato riferita al prodotto qui presentato risulta relativamente ampia in quanto gli stakeholders sono molteplici, sia pubblici che privati. L'ambito geografico di riferimento risulta essere l'elemento più significativo, in quanto lo strumento è utilizzato in contesti prevalentemente montuosi, dove i depositi nivali risultano essere significativi. Quindi, è possibile individuare principalmente l'arco alpino relativo ai mercati di Francia, Italia, Svizzera e Austria, il nord degli Stati Uniti d'America, il Canada ed i paesi sud americani limitrofi alla catena delle Ande.

Ad oggi, gli strumenti che si utilizzano principalmente nelle stazioni meteorologiche di Europa e America sono due:

- 1- Snow pillow, al fine di misurare la neve si utilizza una cella di carico che permette di calcolare il peso totale della neve incidente su di una determinata area. Un sensore a ultrasuoni permette poi di misurare l'altezza della neve. Combinando peso e volume si ottiene la densità. Si tratta però di una densità media e non strato per strato. Il costo è più elevato rispetto al fotochionometro e non presenta vantaggi di altro tipo;
- 2- SPA (Snow Pack Analysing), nome commerciale di un sistema basato sul calcolo della costante dielettrica della neve al fine di effettuare una stratigrafia della neve stessa. Molto costoso ed in grado di analizzare solo pochi strati; inoltre la densità non è puntuale, ma mediata su tutta la lunghezza del filo, metodo talvolta inadeguato se le caratteristiche della neve cambiano da punto a punto (ad. es. ogni metro). Il potenziale vantaggio è nella possibilità di meglio discriminare la componente acquosa dalla componente ghiaccio; è peraltro critica la presenza potenziale di inquinanti in grado di indurre modificazioni nella costante dielettrica.

Il fotochionometro, in relazione agli strumenti appena presentati, risulta possedere molteplici vantaggi:

- la flessibilità di impiego in numerosi ambiti (i sensori possono essere dispiegati in orizzontale, verticale o seguendo il terreno, oppure ancora possono essere resi portatili);
- il costo di costruzione limitato, dovuto anche al principio fisico adottato, che non richiede una elettronica particolarmente sofisticata;
- la capacità di fornire dati al momento non facilmente ottenibili o non ottenibili del tutto (quali ad esempio una stratigrafia molto accurata, anche durante la nevicata stessa, oppure la possibilità di effettuare sondaggi manuali mediante dispositivi portatili in tempi ridotti); è anche prevista la possibilità di gestire in contemporanea tre led (rosso, verde e blu) per calcolare una risposta più dettagliata al variare dello spettro luminoso.

In relazione ai punti precedenti, il fotochionometro (inteso come famiglia di strumenti basati sul principio fisico sopra indicato) presenta un vantaggio



significativo e di primaria importanza, dal momento che il dato può essere acquisito sia territorialmente che puntualmente attraverso l'utilizzo di più strumenti contemporaneamente.

Il team imprenditoriale risulta essere di tre componenti e nasce da una collaborazione tra il Dipartimento di Ingegneria del Territorio, dell'Ambiente e delle Geotecnologie (DITAG) ed il Dipartimento di Automatica e Informatica (DAUIN) del Politecnico di Torino.

Enrico Suozzi e Gabriele Noverino, dottorandi di ricerca al terzo anno del DITAG, svolgono attività di ricerca in ambito idrogeologico e nivologico, collaborando in convenzioni stipulate tra il dipartimento e al Regione Autonoma Valle d'Aosta.

Bartolomeo Montrucchio, ricercatore confermato del DAUIN, svolge attività di ricerca nel campo del trattamento delle immagini e nel campo della sensoristica prevalentemente wireless con particolare riferimento alle reti di sensori.

La struttura operativa ipotizzata risulta essere composta da 3 settori principali:

- 1- settore amministrativo-commerciale e marketing che si occuperà della parte economico-finanziaria e dei rapporti con i differenti Enti, sia pubblici e privati per promuovere, vendere e organizzare l'assistenza tecnica dello strumento;
- 2- settore tecnico che si occuperà della costruzione e dell'assemblaggio parziale o totale dello strumento e delle relative manutenzioni presso le stazioni nivologiche dove lo strumento è installato;
- 3- settore ricerca e sviluppo che si occuperà dell'implementazione delle soluzioni tecnologiche da adottare e dei nuovi strumenti che verranno commercializzati.

Ovviamente, la struttura dell'impresa proposta inizialmente conterà sulle tre risorse sopra individuate che si distribuiranno i compiti così da poter seguire interamente uno specifico segmento, anche con l'apporto di contributi esterni. Successivamente, se il mercato risponderà positivamente allo strumento proposto ed i volumi di vendite aumenteranno, alcune attività del settore del precedente punto due, come la costruzione, e la manutenzione dello strumento, potranno/dovranno essere esternalizzate.

La tempistica di lancio commerciale è ipotizzabile per l'autunno del 2012 per gli strumenti da collocare presso le stazioni nivologiche, in quanto i prototipi finali dovranno essere testati durante la prima stagione invernale (2011/2012) con particolare riferimento all'affidabilità dei componenti elettronici. Per quanto riguarda il modello portatile, questo potrà essere commercializzato precedentemente, in quanto lo strumento sarà idoneo all'utilizzo già all'acquisto. Contestualmente all'installazione del modello "fisso" si presume che comincerà anche l'attività di supporto e manutenzione, sia per offrire servizi personalizzati in relazione alle esigenze del cliente, sia per avere feedback sulla bontà del prodotto ed intervenire su eventuali problematiche che potrebbero sorgere.

Il fatturato relativo al primo anno è nullo, per il secondo anno si può supporre una cifra di circa 88mila euro. L'utile lordo è di -20,75 mila euro il primo anno e di 13mila euro il secondo anno. Il fabbisogno finanziario per ciascuno dei primi due anni è di 55mila euro all'anno. A partire dal terzo anno fatturato e utile aumentano in modo significativo.



14.3.2. ENTREPRENEURIAL TEAM

Il team imprenditoriale è composto da tre soggetti che operano nell'ambito della ricerca universitaria e che derivano da esperienze tecnico-formative multidisciplinari. Inoltre, sempre in ambito universitario, hanno partecipato e partecipano tutt'oggi a progetti di ricerca nazionali ed europei in partenariato con enti pubblici e società private

Bartolomeo Montrucchio è ricercatore confermato di Sistemi di Elaborazione dell'Informazione presso il Dipartimento di Automatica e Informatica del Politecnico di Torino. Svolge attività di ricerca nell'ambito dell'analisi delle immagini e delle reti di sensori, prevalentemente wireless. In questi ambiti è (co)autore di numerose pubblicazioni. Ha preso parte a vari progetti, sia europei sia nazionali, anche in qualità di coordinatore di progetto.

Dal punto di vista del progetto il suo contributo riguarda:

- il trattamento e l'elaborazione dei dati provenienti dal fotochionometro;
- la progettazione e gestione della parte elettronica e informatica della strumentazione.

Enrico Suozzi è studente di dottorato al terzo anno presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, Territorio e delle Geotecnologie del Politecnico di Torino. Il suo ambito di ricerca riguarda l'idrogeologia, con particolare riferimento alla ricarica degli acquiferi montani. Ha seguito la realizzazione e attualmente gestisce una stazione nivo-meteorologica di ultima generazione in Val d'Ayas (Valle d'Aosta). Partecipa a diversi progetti transfrontalieri di tipo INTERREG sempre in ambito idrogeologico.

Dal punto di vista del progetto il suo contributo riguarda:

- il trattamento e l'elaborazione dei dati provenienti dal fotochionometro;
- l'implementazione dei futuri prototipi finalizzati all'ingegnerizzazione del prodotto industriale commercializzabile.

Gabriele Nocerino è studente di dottorato al terzo anno presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, Territorio e delle Geotecnologie del Politecnico di Torino e lavora presso la Direzione sistemi tecnologici del Dipartimento innovazione e tecnologia della Regione Autonoma Valle d'Aosta. Ha svolto attività di ricerca nel campo idrogeologico ed in particolare sulla relazione tra la pianificazione urbanistica e territoriale e la vulnerabilità degli acquiferi. Da circa un anno, inoltre, in cooperazione con gli altri soggetti proponenti del team imprenditoriale, si occupa di predisporre ed implementare lo strumento qui presentato, il fotochionometro.

Attualmente, dal punto di vista lavorativo, collabora a due progetti regionali relativi alle telecomunicazioni:

- il primo finalizzato a realizzare una rete Hiperlan che porti la banda larga a tutta la popolazione valdostana, andando così a diminuire notevolmente il fenomeno definito di "digital divide";



- il secondo relativo alla predisposizione di una dorsale in fibra ottica che si estenda a tutto il territorio della Regione Autonoma Valle d'Aosta.

In relazione al progetto qui presentato, il soggetto può apportare un supporto sia di livello tecnico per la predisposizione dei successivi prototipi che territoriale, dal momento che risiede e lavora in Valle d'Aosta, primo mercato di riferimento che la nostra impresa vuole penetrare. Infatti, fin dalla predisposizione del primo prototipo, questa regione è risultata essere il miglior luogo di test, grazie sia alle abbondanti nevicate, che alla possibilità di raggiungere quote elevate con relativa facilità (presenza di numerose cabinovie e mulattiere)

Inoltre, è molto importante considerare i vantaggi che questa regione presenta rispetto all'avvio di un'attività imprenditoriale:

- maggiori contributi economici e facilità nell'erogazione degli stessi;
- facilità di accesso agli incubatori presenti nella regione (Aosta e Pont Saint Martin);
- maggiore facilità di dialogo con gli Enti che si occupano di ricerca in campo nivo-meteorologico (Assessorato Ambiente e Territorio, Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente, Centro Funzionale Regionale);
- maggiore vicinanza tra domanda e offerta.

14.3.3. BUSINESS MODEL

14.3.3.1. HOW THE BUSINESS MODEL WORK

L'impresa che si viene a creare, attraverso lo sviluppo del foto-chionometro, costituisce una valida alternativa, concorrenziale a molte altre realtà sul mercato che propongono strumenti di vario tipo a costi elevati. Si propone di operare anche su realtà medio piccole che non dispongono di elevati budget per permettersi queste attrezzature.

Come le altre aziende operanti nel settore della meteorologia, la società si propone come scopo di non operare solamente nella produzione e vendita ma di seguire l'acquirente anche post-vendita fornendo assistenza e manutenzione. A differenza dalle altre società si propone anche di installare una fitta rete di acquisizione così da poter sfruttare la possibile vendita del dato grezzo.

L'impresa viene costituita dai tre soci i quali hanno competenze eterogenee e pertanto possono svolgere tutte le funzioni richieste per la gestione nei primi cinque anni dell'azienda. Verrà identificata, tra i soci, una figura commerciale che lavorerà a tempo pieno, inoltre vi saranno altri dipendenti, stimati in un numero di 5 entro la fine del quinto anno, che svolgeranno principalmente il ruolo di installatore-tecnico, mentre tutte le attività secondarie verranno svolte in collaborazione con enti esterni.

Il cliente verrà indirizzato all'acquisto secondo tre diversi step che lo porteranno ad acquisire nozioni di base per la corretta applicazione della strumentazione. La ditta si prefigge in cinque anni di diventare, almeno per l'Italia, leader del mercato per la



misura della densità della neve, identificando come possibili clienti enti pubblici o privati, stazioni sciistiche e centrali idroelettriche.

L'esigenza finanziaria massima viene raggiunta nel corso del quinto anno, a seguito della crescita dei prodotti venduti, tale necessità può essere ragionevolmente coperta ricorrendo a capitale bancario nei primi cinque anni.

La maggior parte delle uscite derivano dal costo del personale, dai costi dei componenti, dalle provvigioni, dalle royalties al Politecnico di Torino e dai costi di trasferta per il servizio di manutenzione.

14.3.3.2. THE VALUE PROPOSITION

Il fotochionometro è finalizzato a misurare la densità della neve, restituendo un dato particolarmente significativo con una stratigrafia molto accurata (ogni 3 cm).

In relazione ai differenti campi d'applicazione ed alla potenziale clientela citati in precedenza, si ritiene che lo strumento possa essere facilmente commercializzabile. Infatti, rispetto agli strumenti concorrenti presenti sul mercato europeo e americano, il fotochionometro offre un'accuratezza ed una versatilità maggiore ad un prezzo competitivo (inferiore), così da poter essere appetibile ad utenza con budget limitato come un comprensorio sciistico di piccola entità o ad una Amministrazione Pubblica di un Comune minore interessata a conoscere le caratteristiche della precipitazione nevosa sul proprio territorio. Per quello che concerne le politiche di pricing, si ritiene che il prezzo dello strumento debba essere circa il 15-20% inferiore rispetto agli strumenti simili commercializzati, così da garantire comunque un margine necessario a coprire le spese iniziali d'apertura dell'impresa.

14.3.3.3. OPERATIVE & ORGANIZATIONAL PLAN (KEY RESOURCES AND ACTIVITIES)

Il modello di business qui rappresentato è incentrato sulla vendita degli strumenti e di un servizio annuale di manutenzione per il cliente, in modo analogo a quanto fanno le società che offrono strumenti utilizzati per funzioni simili a quelle realizzate dal fotochionometro. Sono in fase di studio modelli alternativi, che potrebbero diventare interessanti nel caso di un'ampia diffusione degli strumenti, basati sulla vendita dei dati, ottenuti attraverso una rete di dispositivi di proprietà della società e dislocati sul territorio. È immaginabile che alcuni clienti, enti regionali e/o società che gestiscono bacini di raccolta delle acque (dighe) possano richiedere un servizio di questo tipo.

La società concentrerà la propria attività operativa su:

Sviluppo della soluzione e validazione sperimentale

Per un dettaglio della roadmap di sviluppo si rimanda al piano implementativo. Dal punto di vista dell'impiego di risorse tecniche le voci principali sono costituite dai prototipi, stimati in numero di 5, i cui semilavorati sono prodotti esternamente e



assemblati internamente. Le risorse umane necessarie sono costituite dai tre soci, dei quali uno assumerà il ruolo di responsabile R&D, stabilmente, a partire dal terzo anno. La risorsa più importante, data la tipicità del prodotto, è costituita dal tempo necessario per l'accumularsi dei dati sperimentali, a prescindere dall'effettivo impiego di personale dedicato.

La disponibilità di dati sperimentali è cruciale sia per il raggiungimento degli obiettivi tecnici di efficacia e resistenza del prodotto alle condizioni di esercizio, sia per la successiva campagna di marketing. Uno dei canali più importanti per il team è costituito dalle pubblicazioni scientifiche, da utilizzare come testimonianza delle prestazioni del dispositivo.

Marketing e vendite

La vendita del prodotto non può prescindere da un'attività di formazione del cliente e da una serie di incontri dimostrativi e quindi la vera e propria chiusura dell'ordine. Il ciclo di vendita si compone pertanto di:

- scouting del prospect e primo contatto da remoto (fase I);
- preparazione del primo incontro (fase II);
- primo incontro conoscitivo, volto ad acquisire le informazioni rilevanti sulle peculiarità delle situazioni applicative, alle richieste tecniche e gli elementi utili per impostare la preventivazione;
- preventivazione;
- secondo incontro dimostrativo/formativo del cliente (fase III);
- terzo incontro di analisi degli output e trattativa commerciale;
- quarto incontro di chiusura della trattativa.

Consideriamo tre fasi (indicate sopra come fase I, II e III), che si realizzano per i clienti che acquistano il prodotto e per quelli che non acquistano in ultima istanza. Abbiamo stimato l'impegno di risorse necessarie, secondo la seguente tabella:

	h uomo	Numerosità
Fase I	15 min/prospect il primo anno, decrescente fino a 5 min/prospect il quinto	5 x primi incontri fissati
Fase II	8 h tra front office e back office	3 x trattative effettivamente realizzate
Fase III	3 incontri che richiedono 8 h tra front office e back office	3 x clienti acquisiti

Dati i seguenti obiettivi di vendita (scenario Italia), abbiamo quindi dimensionato il personale occorrente:

Nuovi clienti	anno I	anno II	anno III	anno IV	anno V
stazioni meteo & enti pubblici	-	5	15	30	60
stazioni sciistiche	-	2	2	1	1
centrali idroelettriche	-	0	5	10	30
Totale nuovi clienti (vecchi e nuovi)	-	7	29	63	132
Totale dispositivi venduti	-	11	36	63	153



Con un livello di diffusione progressivo pari a:

	anno I	anno II	anno III	anno IV	anno V
stazioni meteo & enti pubblici	0,0%	1,1%	5,6%	15,6%	35,6%
stazioni sciistiche	0,0%	6,7%	20,0%	30,0%	36,7%
centrali idroelettriche	0,0%	0,0%	0,5%	2,0%	6,0%

Puntiamo infatti a proporci come riferimento per la misura della densità della neve.

Personale attività commerciale (FTE)	anno I	anno II	anno III	anno IV	anno V
Responsabile commerciale	1	1	1	1	1
Personale vendite	0	0	2	2	5

Si prevede la presenza continuativa del direttore commerciale (12 mesi l'anno), una presenza solo stagionale delle altre risorse, durante il periodo di effettiva vendita (occorrono pertanto il doppio delle risorse ma per un periodo dimezzato). Per queste ultime risorse si prevede un compenso in parte fisso (2000 € di costo aziendale mensile) e in parte variabile (10% del fatturato realizzato).

Servizio di installazione, manutenzione e assistenza al cliente.

Il servizio correlato al dispositivo è particolarmente rilevante. Si prevedono almeno 3 giornate di interventi di controllo annui per ogni dispositivo installato. Il magazzino prodotti finiti è stato sovradimensionato per tenere in considerazione possibili ricambi da utilizzare per questa attività.

Si prevedono alcune risorse assunte e disponibili durante tutto l'anno e altre aggiunte come collaboratori nei periodi di maggior attività.

Considerando anche le attività produttive (di cui sotto) il personale tecnico previsto è indicato nella seguente tabella:

Personale attività commerciale	anno I	anno II	anno III	anno IV	anno V
Responsabile tecnico	1	1	1	1	1
Personale tecnico fisso	0	0	0	1	2
Personale tecnico stagionale (FTE)	0	0,3	1	1,4	3,6
Personale servizio clienti da remoto	0	0	1	1	1

Le attività interne di produzione saranno limitate a:

- Assemblaggio, a partire da componenti già predisposte;
- Implementazione del software;
- Test e controllo di qualità.

Saranno esternalizzate:

- la produzione della componentistica;
- la fabbricazione delle schede elettroniche;
- la saldatura a livello di PCB;
- la lavorazione del plexiglass.



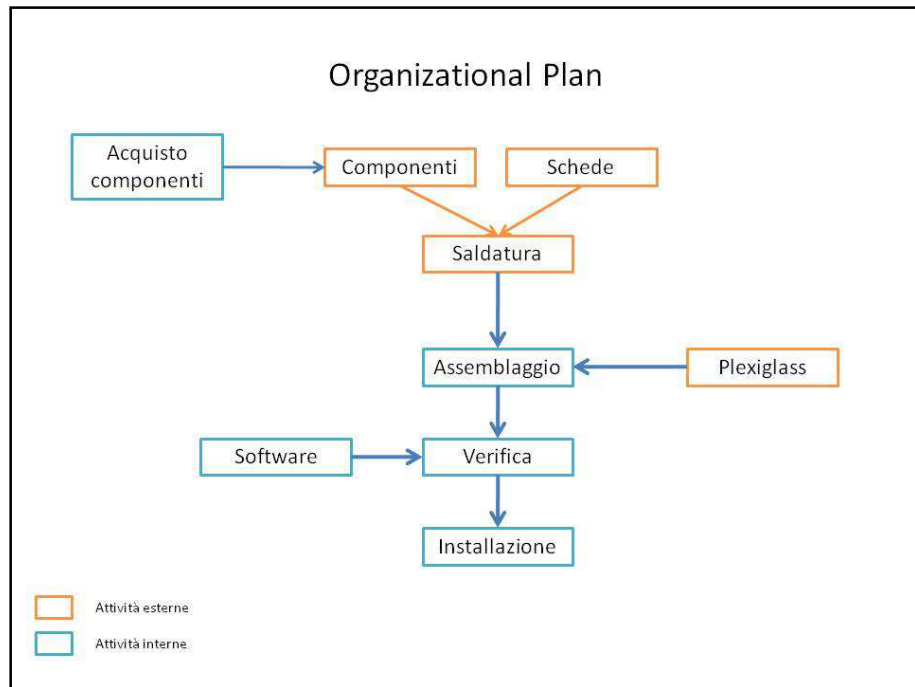


FIGURA 194: ORGANIZATION PLAN

Le attività secondarie necessarie saranno quindi:

- Gestione dei fornitori
- Amministrazione e contabilità
- Selezione e formazione del personale commerciale e tecnico
- Direzione e controllo

Tutte queste attività saranno gestite dal team manageriale con il supporto di professionisti esterni.

Complessivamente quindi l'organico della società sarà composto da:

Personale	anno I	anno II	anno III	anno IV	anno V
Responsabile R&D	1	1	1	1	1
Responsabile commerciale	1	1	1	1	1
Responsabile tecnico	1	1	1	1	1
Personale vendite (FTE)	0	0	2	2	5
Personale tecnico fisso	0	0	0	1	2
Personale tecnico stagionale (FTE)	0	0,3	1	1,4	3,6
Personale servizio clienti da remoto e front office azienda	0	0	1	1	1
Totale (FTE)	3	3,3	7	8,4	14,6



14.4. FINANCIAL PLAN

Di seguito il quadro sintetico con i principali dati di bilancio previsionale del progetto di impresa per i primi 5 anni di vita della società (dati in migliaia di euro).

	ANNO I	ANNO II	ANNO III	ANNO IV	ANNO V
Fatturato	-	88,00	332,00	704,00	1.688,00
EBITDA	-18,00	23,56	32,96	164,12	752,77
EBIT	-20,75	14,93	19,41	146,59	725,57
Utile lordo	-20,75	13,00	14,26	139,70	714,11
Utile netto	-15,04	9,42	3,14	82,54	469,23
Return on Sales	0,00%	16,97%	5,84%	20,82%	42,98%
Return on Investment	n.s.	33,83%	38,22%	245,15%	668,42%
Patrimonio netto	39,96	49,38	52,52	135,06	604,29
% variazione patrimonio netto	n.s.	23,58%	6,37%	157,14%	347,43%
Return on Equity	n.s.	21,09%	6,17%	88,00%	126,93%
Apporti di capitale/Finanziamenti	55,00	55,00	50,00	125,00	75,00
Prelievi di dividendi	-	-	-	-	-
Fabbisogno operativo massimo (cumulato)	-50,23	-104,20	-143,31	-196,60	-223,88

TABELLA 1 – FINANCIAL HIGHLIGHTS

Nel diagramma seguente è possibile visualizzare fatturato ed EBITDA previsionali, il fabbisogno operativo cumulato massimo intraannuale e la cassa operativa cumulata al termine di ogni annualità.

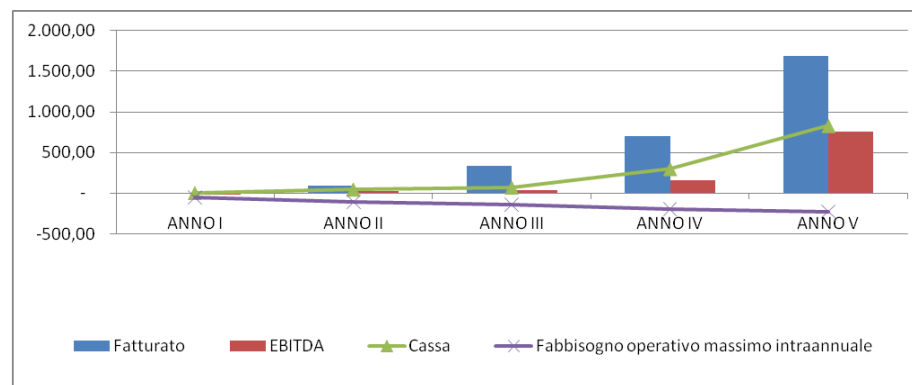


FIGURA 1 – PRINCIPALI DATI ECONOMICO-FINANZIARI

L'esigenza finanziaria massima è toccata nel corso del quinto anno, a seguito della crescita del volume di affari, tale necessità (durante gli anni tra il secondo e il quinto) può essere ragionevolmente coperta ricorrendo a capitale bancario. Nel dettaglio il conto economico previsionale (dati in migliaia di euro):



Business Plan e Notte dei Ricercatori

	ANNO I		ANNO II		ANNO III		ANNO IV		ANNO V	
Valore della produzione	0,0	0,0%	88,0	100,0%	332,0	100,0%	704,0	100,0%	1.688,0	100,0%
Ricavi dalle vendite	0,0	0,0%	88,0	100,0%	332,0	100,0%	704,0	100,0%	1.688,0	100,0%
Delta magazzino prodotti finiti e semilavorati	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%
Contributi pubblici	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%
Costi della Produzione	18,0	0,0%	64,4	73,2%	299,0	90,1%	539,9	76,7%	935,2	55,4%
Costi per materie prime, beni di consumo e prodotti in outsourcing	0,0	0,0%	13,2	15,0%	43,2	13,0%	75,6	10,7%	183,6	10,9%
Delta magazzino materie prime	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%
Servizi esterni e godimento di beni di terzi	18,0	0,0%	40,7	46,3%	82,8	25,0%	122,3	17,4%	225,6	13,4%
Personale (compreso acc. TFR)	0,0	0,0%	10,5	11,9%	173,0	52,1%	342,0	48,6%	526,0	31,2%
Margine Operativo Lordo (EBITDA)	-18,0	0,0%	23,6	26,8%	33,0	9,9%	164,1	23,3%	752,8	44,6%
Ammortamenti	2,8	0,0%	8,6	9,8%	13,6	4,1%	17,5	2,5%	27,2	1,6%
Risultato della gestione operativa (EBIT)	-20,8	0,0%	14,9	17,0%	19,4	5,8%	146,6	20,8%	725,6	43,0%
Proventi finanziari	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%
Oneri finanziari	0,0	0,0%	1,9	2,2%	5,1	1,6%	6,9	1,0%	11,5	0,7%
Utile lordo	-20,8	0,0%	13,0	14,8%	14,3	4,3%	139,7	19,8%	714,1	42,3%
Imposte	-5,7	0,0%	3,6	4,1%	11,1	3,3%	57,2	8,1%	244,9	14,5%
Utile netto	-15,0	0,0%	9,4	10,7%	3,1	0,9%	82,5	11,7%	469,2	27,8%

TABELLA 2 – CONTO ECONOMICO PREVISIONALE

Il fatturato è congruente con il piano di marketing, dispositivi e abbonamenti al servizio di manutenzione e controllo sono indicati nella seguente tabella:

	ANNO I	ANNO II	ANNO III	ANNO IV	ANNO V	Fatturato Unitario (euro)
Strumenti	0	11	36	63	153	4000
Servizio di manutenzione e controllo	0	11	47	113	269	4000

TABELLA 3 – FATTURATO PER VOCE DI OFFERTA

Il servizio di manutenzione è relativo allo stock di dispositivi installati e cresce quindi progressivamente nel tempo. Le vendite hanno un andamento stagionale: questo fa sì che siano concentrate nei sei mesi precedenti la stagione autunnale e che il magazzino si svuoti entro la fine dell'anno (non risulta quindi visibile nei



Business Plan e Notte dei Ricercatori

bilanci al 31/12). Sono però previsti 1,5 mesi di giacenza di assemblati (magazzino prodotti finiti): questo incide nel fabbisogno massimo infraannuale.

Sono previsti costi variabili relativi a:

- componenti (1200 € a dispositivo);
- provvigioni (400 € a dispositivo);
- royalties (brevettuali) al Politecnico di Torino (3% del prezzo di vendita);
- costi di trasferta per il servizio di manutenzione (75 € per ogni abbonamento).

Da ciò deriva un margine di contribuzione lordo medio crescente, vicino all'80% del fatturato (i costi di manodopera sono considerati fissi). Se aggiungiamo la manodopera diretta e gli altri costi necessari a realizzare prodotti e servizi, il margine semilordo diventa pari al 45% a regime.

Le voci di costo fisso sono indicate nella tabella seguente (dati in migliaia di euro):

	costi fissi (esclusi ammortamenti)				
	ANNO I	ANNO II	ANNO III	ANNO IV	ANNO V
responsabile commerciale	-	-	20,0	60,0	60,0
responsabile R&D	-	-	20,0	60,0	60,0
responsabile tecnico	-	-	20,0	60,0	60,0
personale vendite	-	-	48,0	48,0	120,0
personale montaggio e servizi	-	10,5	35,0	84,0	196,0
personale assistenza remoto	-	-	30,0	30,0	30,0
trasferte vendite	-	4,2	17,4	28,4	59,4
altre trasferte	5,0	10,0	5,0	5,0	5,0
affitti	6,0	8,0	12,0	12,0	12,0
telefoni personale vendite	1,5	1,5	2,7	2,7	4,5
brochure e pubblicità	1,0	5,0	15,0	20,0	25,0
assicurazioni	1,0	1,0	2,5	5,0	12,0
commercialista e professionisti	3,5	4,5	6,0	8,0	8,0
	18,0	44,7	233,6	423,1	651,9

TABELLA 4 – COSTI FISSI

I costi del personale rappresentano la voce più significativa. I soci operativi rivestiranno i ruoli di responsabilità e non percepiranno compensi nei primi due anni. I costi per trasferte sono rilevanti, dato l'importante numero di visite presso i clienti distribuiti lungo l'arco alpino.



Business Plan e Notte dei Ricercatori

Gli investimenti previsti sono presentati nella tabella seguente (dati in migliaia di euro):

	investimento					vita utile	Ammortamenti				
	ANNO I	ANNO II	ANNO III	ANNO IV	ANNO V		ANNO I	ANNO II	ANNO III	ANNO IV	ANNO V
costituzione	2,5	-	-	-	-	5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
prototipi e attrezzaggio	7,5	-	10,0	10,0	25,0	5	0,8	1,5	2,5	4,5	8,0
estensioni brevettuali	10,0	30,0	-	-	-	5	1,0	5,0	8,0	8,0	8,0
altri brevetti	-	-	3,0	13,0	50,0	5	-	-	0,3	1,9	8,2
certificazione	3,0	-	-	-	-	5	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6
pc	1,5	0,8	3,0	0,8	0,8	3	0,3	0,6	1,3	1,6	1,5
brochure e sito	2,0	-	-	-	-	5	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4
	26,5	30,8	16,0	23,8	75,8		2,8	8,6	13,6	17,5	27,2

TABELLA 5 – INVESTIMENTI E AMMORTAMENTI

Si tratta per lo più di spese limitate, concernenti per lo più i prototipi e la protezione della PI sviluppata. Si presume di avere nuove soluzioni da prototipare e proteggere negli anni successivi ai primi due.

Di seguito attivo e passivo dello stato patrimoniale:

	ANNO I	ANNO II	ANNO III	ANNO IV	ANNO V
Immobilizzazioni nette	23,8	45,9	48,3	54,6	103,1
Immobilizzazioni nette immateriali	22,5	44,5	45,2	52,3	101,6
Immobilizzazioni nette materiali	1,3	1,4	3,1	2,3	1,5
Immobilizzazioni finanziarie	-	-	-	-	-
Disponibilità Illiquide	-	-	-	-	-
Magazzini prodotti finiti	-	-	-	-	-
Magazzini materie prime	-	-	-	-	-
Liquidità differita	13,1	5,5	1,8	14,9	44,5
Crediti commerciali	-	-	-	14,4	43,2
Crediti IRES	5,7	2,1	-	-	-
Crediti IVA	7,4	3,4	1,8	0,5	1,3
Liquidità Immediata	4,8	48,9	72,5	299,3	829,9
Cassa	4,8	48,9	72,5	299,3	829,9
Ratei e Risconti attivi	-	-	-	-	-
Totale attivo	41,6	100,3	122,7	368,8	977,5

TABELLA 6 – ATTIVO DELLO STATO PATRIMONIALE



Business Plan e Notte dei Ricercatori

Le immobilizzazioni sono relative agli investimenti sopra indicati, al netto della quota di ammortamento. I magazzini (1,5 mesi medi di giacenza prodotti finiti) non sono visibili in stato patrimoniale in quanto già completamente utilizzati al 31/12, analogamente i crediti verso clienti sono stimati con una dilazione media di 3 mesi, ma già incassati al 31/12 nei primi 3 anni. Sono presenti crediti IVA e IRES.

	ANNO I	ANNO II	ANNO III	ANNO IV	ANNO V
Patrimonio Netto	40,0	49,4	52,5	135,1	604,3
capitale sociale e riserve indisponibili	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
altre riserve e utili portati a nuovo	-	15,0	5,6	2,5	80,1
utile della gestione corrente	15,0	9,4	3,1	82,5	469,2
Fondi	-	0,6	9,9	28,4	56,8
fondo TFR	-	0,6	9,9	28,4	56,8
Debiti a lungo	-	47,6	37,3	134,9	100,4
debiti verso soci	-	-	-	-	-
debiti verso banche a lungo	-	47,6	37,3	134,9	100,4
Debiti a breve	1,7	2,8	23,0	70,4	216,1
debiti bancari a breve	-	-	-	-	-
debiti commerciali	1,7	2,8	14,0	24,4	28,4
debito erario	-	-	9,0	46,0	187,7
Ratei e Risconti passivi	-	-	-	-	-
totale passivo	41,6	100,3	122,7	368,8	977,5

TABELLA 7 – PASSIVO DELLO STATO PATRIMONIALE

Si prevede un capitale apportato dai soci e da un finanziatore entrante, pari a 50.000 euro all'inizio del primo anno di attività. Si ipotizza il ricorso a prestiti bancari tra il secondo e il quinto anno, si tratta di due operazioni a lungo (mutuo da 55.000 euro durante il secondo anno, di 125.000 durante il quarto anno, a 5 anni, senza preammortamento, con rate alla francese e tasso del 5% e 6%), e di due operazioni a breve (50.000 e 75.000 euro per 6 mesi durante la stagione di vendita dei prodotti, quindi estinti al termine del periodo). I debiti commerciali sono stimati con ipotesi di dilazioni medie comprese tra 0 e 1 mese per i costi fissi e gli investimenti, di 2 mesi sui costi di componenti. Per i debiti operativi valgono considerazioni analoghe a quanto detto per magazzini e crediti: l'influenza della stagionalità comporta un'interpretazione non semplice.

Di seguito il flusso di cassa previsto per il 2012:



	Incessi dalle vendite (con IVA)	Esborsi per costi variabili (con IVA)	Esborsi per costi fissi (con IVA)	Esborsi per investimenti (con IVA)	Esborsi per il pagamento delle imposte	Fabbisogno operativo netto	Fabbisogno cumulato	Apporti/prelievi dei soci	Prestiti a lungo, interessi e rimborsi	Prestiti a breve, interessi e rimborsi	Altre operazioni finanziarie	Totale movimenti finanziari	Delta cassa	Cassa finale
MESE I	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	55	55	55
MESE II	0	0	1,7	19,8	0	-21,5	-21,5	0	0	0	0	0	-21,5	33,5
MESE III	0	0	1,7	0	0	-1,7	-23,2	0	0	0	0	0	-1,7	31,9
MESE IV	0	0	1,7	0	0	-1,7	-24,8	0	0	0	0	0	-1,7	30,2
MESE V	0	0	1,7	0	0	-1,7	-26,5	0	0	0	0	0	-1,7	28,5
MESE VI	0	0	1,7	0	0	-1,7	-28,2	0	0	0	0	0	-1,7	26,8
MESE VII	0	0	1,7	12	0	-13,7	-41,9	0	0	0	0	0	-13,7	13,2
MESE VIII	0	0	1,7	0	0	-1,7	-43,5	0	0	0	0	0	-1,7	11,5
MESE IX	0	0	1,7	0	0	-1,7	-45,2	0	0	0	0	0	-1,7	9,8
MESE X	0	0	1,7	0	0	-1,7	-46,9	0	0	0	0	0	-1,7	8,1
MESE XI	0	0	1,7	0	0	-1,7	-48,6	0	0	0	0	0	-1,7	6,5
MESE XII	0	0	1,7	0	0	-1,7	-50,2	0	0	0	0	0	-1,7	4,8

TABELLA 8 – CASH FLOW MENSILE DEL PRIMO ANNO



14.5. EXTERNAL ENVIRONMENT

14.5.1. MARKET ANALYSIS

Il prodotto innovativo proposto dall'azienda è costituito da un sistema di misurazione di alcuni parametri della neve. L'innovazione consiste sia in una maggiore economicità e praticità d'uso sia in una maggiore accuratezza dei dati raccolti.

Per tali motivi si può immaginare che, a livello di macro analisi di mercato, si possa prendere in considerazione sia una prima fase di sostituzione degli apparati già presenti, sia una seconda fase in cui nuovi strumenti potranno essere acquisiti anche da quegli enti che fino ad ora non hanno ritenuto opportuno dotarsene.

La terza fase sarà infine quella in cui gli strumenti proposti avranno di fatto saturato la fetta di mercato a loro disponibile.

Nel seguito si analizzerà la vendita diretta di strumenti in tutte e tre le fasi, mentre alla fine di questa sezione si evidenzieranno anche vantaggi e svantaggi legati alla creazione di una rete (anche minimale) di concessionari per la vendita su altri mercati

La prima fase, che risulta importante per una prima affermazione sul mercato, ma ha necessariamente una durata temporale limitata, potrebbe riguardare in un primo tempo le stazioni meteorologiche alpine più vicine da un punto di vista sia geografico sia funzionale. Dunque si può fare riferimento alle ottantasette stazioni meteo presenti in Valle d'Aosta, delle quali trentasei effettuano misurazioni sulla neve, nonché sulle stazioni meteorologiche presenti in Piemonte (trecentocinquanta di cui circa quaranta collocate al di sopra dei 2000m di quota); complessivamente questa parte della sostituzione potrebbe dunque riguardare alcune unità. Si tratterebbe tuttavia delle stazioni più facilmente raggiungibili non solo geograficamente, ma anche da un punto di vista funzionale, nel senso che effettuano una raccolta dei dati soprattutto per scopi di ricerca, il che risulta essere il primo motivo per cui il sistema di misurazione è stato concepito.

Il mercato di sostituzione può poi coinvolgere anche stazioni meteorologiche funzionalmente vicine ma collocate nel resto dell'arco alpino, sia in Italia sia nei paesi immediatamente confinanti (Svizzera, Austria, Francia, Germania). In questo caso il mercato potenziale è sicuramente più elevato, arrivando (per le sole sostituzioni) ad alcune decine.

Il mercato di sostituzione può infine coinvolgere i paesi extra europei, in particolare il Nord America (quindi anche il Canada), con valori sicuramente più elevati ma non stimabili con precisione e molto difficilmente raggiungibili senza una adeguata attività di marketing, sicuramente costosa. Sarà probabilmente molto efficace integrare l'attività di marketing con la pubblicazione dei dati di ricerca a congressi e riviste internazionali del settore, in modo tale da certificare la bontà del prodotto al



di fuori di quanto può fare una attività generica di marketing, spesso percepita come esclusivamente pubblicitaria.

In assenza di marketing specifico e in attesa della pubblicazione dei primi risultati, si può prudenzialmente stimare il mercato di sostituzione della prima fase come costituito da alcune unità del sistema completo. Questo tuttavia permetterebbe già di creare un minimo di magazzino reinvestendo completamente gli utili.

Si noti infine che la strumentazione attualmente esistente per lo studio della neve consiste principalmente in misuratori dello spessore della neve e/o pluviometri riscaldati, il cui compito viene adeguatamente sostituito/integrato dalla strumentazione qui proposta.

La seconda fase, che potrebbe iniziare dopo uno o due anni dalla costituzione dell'azienda, richiederebbe come prerequisiti l'installazione di un piccolo numero di stazioni di ricerca in grado di testimoniare il valore del prodotto (come previsto nella prima fase) e mirerebbe a puntare alla vendita del sistema ad enti che fino ad ora non hanno utilizzato strumenti di tale tipologia.

Tali enti sono soprattutto tutti coloro che a vario titolo lavorano a contatto con la neve o con l'acqua, in quanto il prodotto proposto è in grado di misurare la quantità di acqua proveniente dallo scioglimento delle nevi, dunque in prima battuta le stazioni sciistiche e le centrali idroelettriche.

Per ciò che riguarda le stazioni sciistiche, al di là della possibilità di fornire dati interessanti agli sciatori del comprensorio, il principale motivo per acquisire una tale strumentazione riguarda la possibilità di utilizzarla come ausilio alla prevenzione nei confronti delle valanghe. Un ulteriore motivo potrebbe essere il monitoraggio della neve artificiale, ormai ampiamente utilizzata. Nella sola Italia sono presenti una quarantina di comprensori sciistici, di cui alcuni molto ampi. Qualora la strumentazione proposta, sulla base delle prime installazioni, sia in grado di dimostrare una buona accuratezza ed utilità, si possono immaginare anche due o trecento installazioni in totale, in periodo di alcuni anni (cinque). Sempre in presenza di pubblicazioni internazionali di prestigio si può anche immaginare un certo numero di installazioni al di fuori dell'Italia e dell'Europa.

Per ciò che riguarda gli enti che per varie ragioni necessitano di sapere quanta parte delle precipitazioni nevose si tramuta in acqua che va poi a ricaricare l'acquifero, il mercato è potenzialmente molto ampio. A fronte di un numero di circa duemila centrali idroelettriche in Italia, si potrebbe immaginare un numero di strumenti venduti di alcune centinaia, dal momento che per una singola centrale potrebbero servire numerosi strumenti e d'altro canto solo poche centrali potrebbero davvero essere interessate. Nella sola Valle d'Aosta, in cui il settore idroelettrico è di particolare rilevanza, sono per esempio presenti sessanta centrali (di vario tipo e grandezza).

Infine nella seconda fase sarà possibile, nuovamente se i riscontri della prima fase saranno positivi, raccogliere acquisti da parte dei centri di ricerca nivologici, con mercato potenzialmente universale. Pur essendo molto difficile stimare il numero di stazioni meteorologiche specializzate in ambito nivologico, si può sicuramente immaginare un numero potenziale superiore a cento. Siccome lo strumento è



potenzialmente in grado di svolgere i suoi compiti di misura in modo più accurato e preciso rispetto agli strumenti attualmente presenti sul mercato, è pensabile immaginare comunque un ragionevole numero di acquisizioni a solo scopo di ricerca.

Nella terza fase, che probabilmente avrà luogo a partire da non meno di cinque anni (probabilmente dopo dieci anni) dall'ingresso sul mercato, non vi sarà più un tasso significativo di nuovi impianti, se non per la sostituzione dei precedenti. A questo punto sarà d'altro canto indispensabile aver realizzato nuove tipologie di prodotti. A tal proposito l'attività del reparto di ricerca e sviluppo dovrà aver individuato significativi miglioramenti a livello di caratteristiche. Tali miglioramenti dovranno essere iniziati già nella seconda fase. Il budget della seconda e soprattutto terza fase, non considerando la quota parte legata ai nuovi prodotti da sviluppare come miglioramento dell'attuale o come prodotti del tutto innovativi, dovrà essere assicurato dai canoni di manutenzione degli impianti installati. Siccome in questa tipologia di impianti la presenza di un canone di manutenzione significativo (alcune migliaia di euro all'anno) è normale, la sopravvivenza dell'azienda dovrebbe essere garantita in caso già di poche decine di installazioni.

In tutte e tre le fasi si può immaginare (per quanto noto al momento della stesura di questo documento) che la necessità di strumenti come quello proposto sia in generale costante o in lieve crescita a causa della necessità di monitorare con maggiore attenzione gli eventi legati alle precipitazioni nevose (soprattutto per ciò che riguarda gli impianti sciistici).

In generale lo scenario macroeconomico di crisi non dovrebbe influire in modo significativo sui destinatari del prodotto, in quanto se si può ipotizzare una contrazione a livello di stazioni sciistiche in caso di perdurare delle difficoltà economiche, d'altro canto la produzione di energia idroelettrica e in generale da fonti alternative dovrebbe essere rafforzata, anche alla luce dei risultati dei recenti referendum; per esempio numerose centrali idroelettriche potrebbero venire ricondizionate al fine di ottimizzarne il rendimento.

Dopo aver analizzato in questa sezione i possibili proventi dovuti a vendita diretta, rimane da prendere in considerazione la possibilità di affidare in tutto o in parte la vendita a concessionari. Tali concessionari usufruiranno di una percentuale sul costo dello strumento, ma si faranno carico della vendita e/o del marketing. Tale approccio potrebbe essere utile per meglio coprire aree difficili o molto costose da raggiungere. Un esempio tipico potrebbe essere il Nord America, che però potrà essere aggredito efficacemente solo dopo una adeguata copertura brevettuale internazionale (il deposito attuale prevede la sola Italia e l'estensione dipende dai profitti garantiti al Politecnico; tali profitti fanno parte chiaramente delle spese riportate in questo business plan). In Europa potrebbe essere interessante entrare in contatto con la Sommer Mess-Systemtechnik <http://www.sommer.at/> in quanto di fatto unico produttore di apparecchiature per la misura di parametri nivologici. Potrebbe anche essere utile entrare in contatto con distributori di stazioni meteorologiche non specializzate in ambito nivologico per capire se sono interessate a diventare distributori.



I primi clienti potrebbero essere legati al mondo della ricerca universitaria, quindi del tutto affini all'ambiente in cui il prodotto è stato sviluppato. Trattandosi di clienti facenti parte del settore pubblico la disponibilità di spesa è in genere non elevata, mentre la stabilità finanziaria non crea problemi. Il problema principale risiede nei tempi per il pagamento, che possono essere più lunghi del normale per alcuni settori dell'amministrazione pubblica. Al fine di effettuare comunque una o più installazioni di prova in grado di garantire la raccolta di dati potrebbe anche essere possibile utilizzare una differente strategia, realizzando un contratto per la vendita dei dati piuttosto che degli strumenti. Utilizzando un prezzo simile a quello dell'acquisto comprensivo di contratto di assistenza (mediato sul periodo di ammortamento) si potrebbe avere una maggiore facilità nel convincere l'interlocutore, in quanto il prezzo esclude tutti i problemi di installazione e gestione e garantisce la consegna dei dati; d'altro canto, vista la buona affidabilità dell'hardware un tale contratto dovrebbe comunque essere profittevole anche se non si dovesse poi riuscire a rivendere i medesimi dati a più destinatari.

14.6. INDUSTRY ANALYSIS

Lo strumento qui presentato è finalizzato ad ottenere misure affidabili su determinati parametri caratteristici della neve, possibilmente senza danneggiare il manto nevoso e con una stratigrafia la più accurata possibile.

In particolare la misura della densità della neve presenta particolare utilità in diversi campi applicativi, tra cui:

- studio delle caratteristiche della neve per scopi di ricerca pura e applicata;
- studio del flusso dell'acqua in campo idrogeologico derivante dallo scioglimento della neve (cosiddetto Snow Water Equivalent);
- studio della stratificazione della neve per la prevenzione delle valanghe;
- fornitura ai produttori di energie alternative, quale l'energia idroelettrica, un supporto per un migliore sfruttamento della risorsa idrica del bacino idrografico;
- studio delle caratteristiche della neve artificiale depositata sulle piste sciistiche per fornire un servizio di qualità ed in tempo reale agli operatori dei comprensori sciistici.

Per queste misurazioni si utilizzano diversi approcci noti nella tecnica, normalmente non ottimizzati, ad esempio per quanto concerne l'utilizzo di persone e mezzi di misura.

Sono noti prodotti commerciali diffusi ad esempio nelle stazioni meteorologiche attuali. Tra questi si annoverano i seguenti:

- utilizzo di una cella di carico (Snow pillow). Si predispongono una cella di carico di ampie dimensioni (ad es. 3 x 3 m) su di una determinata area geografica, sulla quale si deposita la neve cadente, e che permette di calcolare il peso totale della neve incidente sulla sua area. Un sensore a ultrasuoni permette poi di misurare l'altezza del manto nevoso. Combinando peso e volume si



ottiene la misura della densità. Si ottiene però un valore di densità media e non la sua stratigrafia. Questo strumento non è portatile ma solo fisso, ed è di costo elevato e di difficile installazione. Inoltre lo strumento stesso impedisce il percolamento dell'acqua che si genera con lo scioglimento parziale della neve. Esso quindi non potrebbe essere usato per determinare la dinamica dello scioglimento della neve per capire dove l'acqua si infiltra nel terreno e con quale legge temporale, oppure quanta parte di neve evapora.

- sistema basato sul calcolo della costante dielettrica della neve al fine di effettuare una stratigrafia della neve stessa, commercialmente denominato SPA (Snow Pack Analysing System). Un certo numero di bandelle fisse vengono tese a diverse altezze e con un determinato passo tra di loro, e una certa lunghezza (ad es. 5 m). Lo strumento misura la capacità tra i fili immersi nella neve, da cui si ricava la costante dielettrica, e quindi la densità della neve. Esso è molto costoso e in grado di analizzare solo pochi strati di neve; inoltre la densità misurata non è puntuale, ma mediata su tutta la lunghezza del filo: questo metodo è talvolta inadeguato se le caratteristiche della neve cambiano da punto a punto (ad. es. ogni metro). Il potenziale vantaggio è nella possibilità di meglio discriminare la componente acquosa dalla componente ghiaccio. Date le sue elevate dimensioni, può provocare l'effetto barriera nella neve, con la possibilità di danneggiamento per scivolamento causato dai movimenti della stessa.
- pluviometri riscaldati, e dotati di appositi strumenti raccoglitori di neve. Questi ultimi possono però causare errori di misurazione, dovuti al fatto che la neve portata dal vento può non cadere tutta dentro al raccoglitore, ed una parte di essa può rimanere fuori.

Un ulteriore metodo per la misura della densità della neve consiste nel prelevare un campione di volume di neve noto, previo scavo di una buca, con notevole dispendio di energie e rischi in caso di presenza di valanghe potenziali, lungo la verticale, per poi pesarlo e così ottenere la densità.

In relazione agli strumenti qui presentati, si può affermare che, nel panorama nazionale ed europeo, le case produttrici siano principalmente due: la OTT Hydromet (Germania), distribuita in Italia dalla ditta Corr-Tek Idrometria S.r.l e la Sommer Mess-Systemtechnik (Austria), leader nella produzione sensoristica nivometeorologica.

La concorrenza riferita allo strumento risulta essere limitata in valore assoluto, anche se è necessario affermare che il mercato che si auspica penetrare è attualmente di nicchia rispetto alle applicazioni ad oggi esistenti.

Come già evidenziato nell'analisi di mercato, lo strumento proposto è finalizzato al raggiungimento di due obiettivi principali:

- quello di sostituzione degli strumenti già presenti sul mercato, dal momento che il fotochionometro restituisce un dato qualitativamente superiore ad un costo medio minore;



- quello di aggredire nuovi segmenti di mercato che ad oggi non risultano interessati, dal momento che il fotochionometro restituisce una maggiore gamma di dati contemporaneamente che posso essere utilizzati per applicazioni ad oggi difficilmente attuabili

Il prezzo proposto per lo strumento sarà più basso di quello degli strumenti esistenti, pur con prestazioni superiori. Ciò dovrebbe essere sostenibile grazie ai costi di produzione finale relativamente ridotti.

Si noti anche che il fatto che il mercato attuale per tale tipologia di strumenti sia così ridotto permette di ridurre il rischio che potenziali clienti decidano di non sostituire i loro strumenti con il nuovo per inerzie legate a dinamiche interne. Inoltre la portabilità intrinseca permette in ogni caso di affiancare lo strumento proposto ad altri strumenti preesistenti.

La ridotta estensione del mercato può anche indurre, in caso di successo, l'ingresso nel mercato di ulteriori potenziali concorrenti dotati della nostra stessa tecnologia. Ciò sarebbe facilitato dalla ridotta richiesta di capitali e dalle caratteristiche tecnologiche del prodotto. La principale forma di protezione nei confronti di tale pericolo è costituita dalla copertura brevettuale, che si spera di poter estendere dall'Italia alle principali nazioni estere industrializzate al più presto (il brevetto italiano è stato depositato nel maggio 2011, per cui vi sono al momento circa 18 mesi di protezione anche fuori Italia).

Non sembra invece costituire alcun rischio il potere contrattuale dei fornitori. Infatti, con una minima spesa, è sempre possibile riprogettare il sistema utilizzando nuovi e differenti componenti. Inoltre il prototipo stesso è stato progettato con lo scopo di poter essere basato eventualmente anche su fornitori differenti e con componenti appena entrati in produzione e con una vita residua utile di almeno cinque anni sul mercato. Non è infine pensabile che i fornitori (tipicamente multinazionali nel campo dei semiconduttori) si sostituiscano in tutto o in parte all'azienda, in quanto si tratterebbe di una operazione del tutto estranea al loro core business, a fronte di margini operativi modesti per una multinazionale.

Per ciò che riguarda i clienti, essi dovrebbero in generale avere poca o nulla propensione a sostituire l'azienda, anche per la protezione brevettuale: Per i clienti cambiare fornitore dovrebbe essere potenzialmente costoso; infatti, mentre allo stato attuale la ridotta dimensione del mercato non dovrebbe essere di ostacolo al nuovo strumento, nel caso di comparsa di un eventuale nuovo fornitore capace di superare in qualche modo la barriera brevettuale successivamente alla nostra affermazione sul mercato indicherebbe la necessità per i clienti di spendere nuovi soldi.

In conclusione, l'attrattività del settore appare buona, in quanto il mercato, pur ridotto, presenta indicazioni favorevoli per una sua buona espansione, con una ridotta presenza di concorrenti diretti, sia attualmente sia nel futuro prossimo.

14.7. IMPLEMENTATION PLAN



La fase di start up risulta condizionata dall'andamento della prima delle fasi illustrate nell'analisi di mercato, costituita dalla integrazione e sostituzione delle stazioni già esistenti. Siccome l'obiettivo finale (a cinque anni) consiste nella collocazione di un cospicuo numero di pezzi in stazioni che fino ad ora non si sono poste il problema della misura dei parametri della neve per motivi principalmente di costo e/o di opportunità, risulta importante mostrare ai potenziali clienti l'effettiva bontà della tecnica proposta.

Invece a cinque anni (e/o successivamente) il tasso di ingresso sul mercato con la tipologia di strumento proposto si sarà ridotto sensibilmente e, come già anticipato nell'analisi di mercato, sarà indispensabile avere nuove linee di prodotto, per le quali sarà necessario programmare nuova ricerca. Peraltro le possibilità di sviluppo di nuove linee di prodotto sono buone, considerando il potenziale ad ora inespresso della tecnologia proposta (ad esempio utilizzo di strumenti con conformazioni meccaniche particolari o per utilizzi speciali, e.g. misura densità neve durante la caduta delle valanghe). Inoltre è inevitabile supporre la necessità di sviluppo di linee di prodotto completamente innovative. I guadagni saranno dunque a cinque-dieci anni basati soprattutto sulla manutenzione e gestione (con relative riparazioni e sostituzioni di stazioni già installate); si tratta peraltro di un modello di business normale per le aziende che si occupano di tale tipologia di sensori.

Con riferimento alla tabella sottostante si può notare come nel primo anno vi saranno soprattutto attività di ricerca e relativa raccolta di dati sperimentali per la stesura di pubblicazioni. Nel secondo anno vi sarà l'inizio della produzione e vendita, con relativo inizio della commercializzazione dei canoni di gestione e amministrazione delle stazioni installate.

Dal terzo anno inizierà la produzione in volumi, affiancata da una sempre importante attività di ricerca per mantenere il livello tecnologico dell'impresa sempre a livelli molto competitivi.

Negli ultimi due anni considerati diventa importante la gestione della base installata, affiancata da una intensa attività di ricerca e sviluppo di nuovi prodotti.

Le risorse necessarie, sia finanziarie sia umane, sono legate strettamente alla particolare sottoattività. A titolo di esempio la gestione della base installata andrà gestita principalmente tramite consulenti dislocati preferibilmente già nelle vicinanze geografiche dello strumento installato; si tratta infatti in questo caso di una attività prevalentemente stagionale e a contratto. Le risorse finanziarie richieste saranno, come si può anche desumere dal piano finanziario, relativamente limitate e legate soprattutto alla necessità di costituire un minimo di magazzino per la costruzione e gestione dei prototipi e dei prodotti finiti.



Business Plan e Notte dei Ricercatori

Anno I	Anno II	Anno III	Anno IV	Anno V
Realizzazione di prototipi		Ingegnerizzazione finale, verifica affidabilità e stesura piani manutenzione preventiva	Realizzazione prototipi innovativi (al momento non è prevedibile quale tipo di innovazione verrà introdotta)	
Realizzazione di magazzino per costruzione strumenti commerciali	Inizio produzione e vendita strumenti commerciali; canoni gestione nuovi impianti	Produzione e vendita strumenti commerciali; canoni gestione nuovi impianti	Produzione e vendita strumenti commerciali; canoni gestione nuovi impianti	Canoni gestione impianti; produzione e vendita strumenti
Attività di ricerca su prototipi iniziali	Ricerca su prototipi finali e su ingegnerizzazione. Realizzazione manuali d'uso e manutenzione	Attività di ricerca innovativa: individuazione di nuovi filoni di ricerca		Ricerca sui prototipi di nuova generazione
Raccolta dati sperimentali e pubblicazioni per introdurre la tecnica in letteratura		Pubblicazioni utilizzando strumenti già pienamente operativi		Inizio pubblicazioni su evoluzioni della tecnologia proposta



14.8. LA NOTTE DEI RICERCATORI 2011

In conclusion per presentare il progetto al pubblico abbiamo partecipato alla Notte dei ricercatori 2011.

L'iniziativa promossa e co-finanziata dalla Commissione Europea, all'interno del Settimo Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo Tecnologico (VII PQ), nata per sensibilizzare il grande pubblico al tema della ricerca scientifica e alla figura del ricercatore, si è svolta il 23 settembre 2011 contemporaneamente in più di 300 città europee di 32 Paesi, tra cui 44 città italiane.

La Notte dei Ricercatori 2011 in Piemonte è stata all'insegna del LINKeRS-LINKs between Researchers and Society. L'obiettivo è quello di avvicinare il grande pubblico alla figura del ricercatore, dimostrando che "il ricercatore è una persona normale che fa cose eccezionali", contribuendo ad accrescere nei cittadini la consapevolezza dell'importanza della ricerca scientifica nello sviluppo della società.



FIGURA 195: NOTTE DEI RICERCATORI LO STAND

Si è così presentato lo strumento sulle pagine del sito:

“La neve è un elemento tipico del paesaggio alpino. Misurare le caratteristiche della neve è interessante per vari motivi, sia di ricerca sia applicati, ad esempio per prevedere quanta neve una volta scioltasi andrà a rifornire le sorgenti oppure per aiutare nella previsione delle valanghe. L'attività proposta mostrerà un metodo innovativo per misurare alcune caratteristiche della neve, in particolare la sua densità. Alla base vi è l'utilizzo delle Wireless Sensor Networks (WSN), che permettono di raccogliere e trasmettere dati anche in luoghi difficili da raggiungere o addirittura pericolosi. Verrà anche mostrato un prototipo, mediante il quale i



visitatori dello stand potranno prendere confidenza con le tematiche proposte. L'attività, a carattere fortemente interdisciplinare (sono coinvolte ottica, informatica, trattamento dei segnali e ingegneria dell'ambiente), riguarda persone afferenti a due dipartimenti del Politecnico, in particolare il Dipartimento di Automatica e Informatica (DAUIN) e il Dipartimento di Ingegneria del Territorio, dell'Ambiente e delle Geotecnologie (DITAG). Il prototipo mostrato è attualmente in fase di brevettazione (il detentore del brevetto è il Politecnico di Torino)."



15. LE DIFESE A TUTTO CAMPO E IL SOFTWARE



15.1. INTRODUZIONE

La difesa a tutto campo comprende tutte le attività conoscitive che permettono ad Enti e Agenzie preposte alla tutela delle risorse idriche sotterranee (RIS) di decidere i provvedimenti, gli interventi strutturali e non strutturali da mettere in essere allo scopo di difendere la risorsa in quanto tale su tutto il territorio d'interesse. La difesa su grandi estensioni territoriali è dunque basata sulla conoscenza approfondita della suscettibilità all'inquinamento degli acquiferi e di quelle attività effettivamente presenti che sono fonte reale e potenziale di pericolo.

Occorre ancora distinguere la Vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi che è: *“la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo (Civita,1987)”* da quella integrata, ottenuta sovrapponendo alla precedente i *centri di pericolo* (CDP) e le *fonti diffuse di pericolo* (FDP), vengono quindi considerati tutte le potenziali sorgenti inquinanti.

La vulnerabilità intrinseca dipende da diversi processi che si producono all'interno del sistema-sottosuolo soggiacente al punto e/o alla zona d'impatto:

- Lo spostamento dell'acqua (o di un inquinante fluido o idroportato) attraverso l'insaturo, sino a raggiungere la superficie piezometrica dell'acquifero soggiacente;
- La dinamica del flusso sotterraneo e/o di un inquinante fluido o idroportato nella zona di saturazione dell'acquifero soggiacente;
- La concentrazione residua di un inquinante fluido o idroportato al suo arrivo nella zona di attenuazione rispetto a quella iniziale, che marca la capacità di attenuazione del sistema acquifero sull'impatto dell'inquinante.

I metodi di valutazione e di cartografia della Vulnerabilità sono molto diversi, a seconda della fisiologia delle zone per i quali sono stati studiati, del numero e della quantità dei dati disponibili, delle finalità degli studi, nel quadro dei quali sono stati sperimentati.

Da un punto di vista tipologico possiamo suddividere tali metodologie in due gruppi fondamentali:

- **Zonazione per aree omogenee:** valutano la Vulnerabilità per complessi e situazioni idrogeologiche, usando la tecnica di sovrapposizione cartografica, tramite overlay informatico di supporti georeferenziati, via GIS. Si tratta di sistemi adatti a essere usati su territori vasti ed articolati dal punto di vista idrogeologico, idrostrutturale e morfologico.
- **Valutazione per sistemi parametrici:** si debbono dapprima selezionare i parametri sui quali si ritiene di basare la valutazione della vulnerabilità, e successivamente a ciascun parametro viene attribuito un punteggio arbitrario crescente in funzione dell'importanza che esso assume nella valutazione complessiva. Distinguiamo:



- sistemi a matrice;
- sistemi a punteggio semplice si basano sulla assegnazione, ai parametri prescelti, di un intervallo di punteggio, in genere fisso, che viene suddiviso opportunamente in funzione del campo di variazione dello. Tra i metodi a punteggio semplice, il più utilizzato per la sua struttura semplice e di facile utilizzo è il GOD (Foster e Hirata, 1987), di particolare interesse per i sistemi pianeggianti come la Pianura Padana.
- sistemi a punteggio e pesi prevedono, invece, che l'influenza di ciascun parametro venga attenuata o esaltata in relazione ad un coefficiente numerico o "peso", che può variare in relazione alla tipologia d'utilizzo del territorio o alle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero. (SINTACS (Civita 1998), DRASTIC (Aller et alii, 1987)).
- sistemi per modelli numerici vengono utilizzati in aree di studio modeste per valutare, di solito, la vulnerabilità di siti contaminati.
 - FEFLOW (Finite Element subsurface FLOW system) è uno tra i più sofisticati codici numerici disponibili per la simulazione dei processi di flusso e trasporto in mezzi porosi, in condizioni sature ed insature.
 - MODFLOW: 3D modello di flusso delle acque sotterranee alle differenze finite.



15.1.1. GOD (FOSTER E HIRATA, 1987)

Il metodo GOD (acronimo di Groundwater occurrence, Overall lithology of aquifer, Depth to groundwater table or strike) è stato proposto da Foster e Hirata nel 1987 (Figura 196) per la valutazione della vulnerabilità integrata di un acquifero.

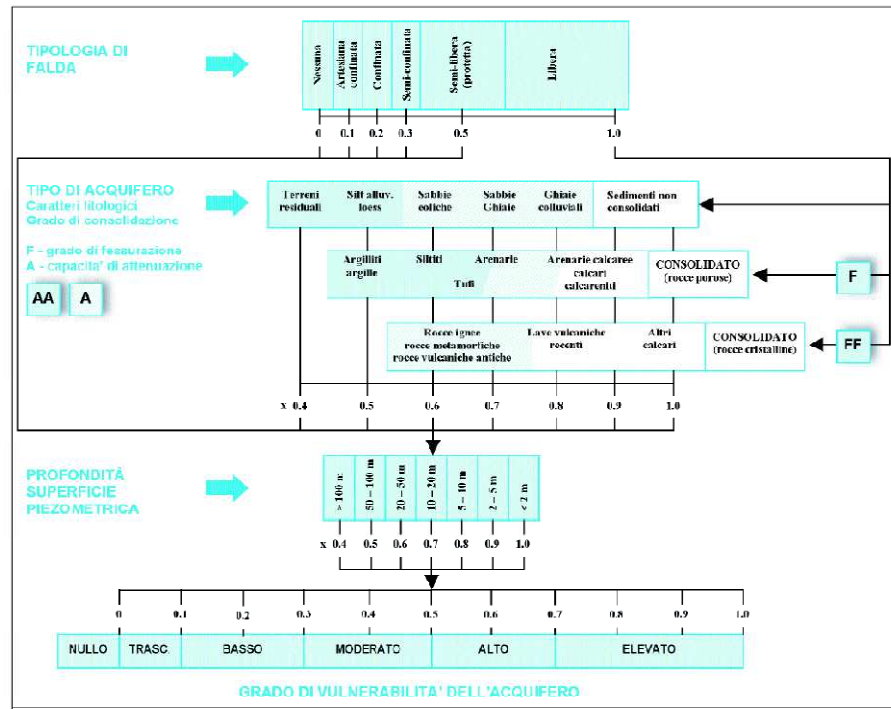


FIGURA 196: FLOW CHART MODELLO GOD (FOSTER & HIRATA, 1987)

Tale metodo considera tre fattori:

- G → tipologia della falda (libera, confinata, semiconfinata...);
- O → tipo di acquifero, ed in particolare caratteristiche litologiche e grado di consolidazione delle rocce della zona non satura (per gli acquiferi non confinati) e dei livelli confinanti a tetto (per gli acquiferi confinati);
- D → soggiacenza della falda a superficie libera nel caso di acquifero non confinato o tetto dell'acquifero per gli acquiferi confinati.

Per quanto concerne il grado di confinamento (G), è possibile scegliere tra sei classi alle quali vengono attribuiti punteggi variabili tra 0 e 1.

Alle caratteristiche litologiche ed allo stato di consolidazione delle rocce della zona non satura, per gli acquiferi non confinati, o degli strati confinanti, per gli acquiferi in pressione, (O) compete un punteggio variabile tra 0,4 e 1.

Alla soggiacenza della falda a superficie libera nel caso di acquifero non confinato, e alla profondità del tetto dell'acquifero, per gli acquiferi confinati (D), può essere assegnato, infine, un punteggio compreso tra 0,4 e 1.

La vulnerabilità intrinseca è valutata come il prodotto dei tre indici numerici corrispondenti ai parametri suddetti; l'Indice finale può essere compreso tra 0 e 1 e corrisponde a cinque gradi di vulnerabilità individuati dagli autori. Più



recentemente gli Autori (Foster *et alii*, 2002) hanno chiarito il significato dei diversi gradi di vulnerabilità (Tabella 43).

TABELLA 43: SIGNIFICATO DELLE DIVERSE CLASSI DI VULNERABILITÀ DEL GOD

Grado di vulnerabilità	Valore	Definizione
Elevata	0,7÷1	Vulnerabilità alla maggioranza degli inquinanti con rapido impatto in molti dei possibili scenari di inquinamento
Alta	0,5÷0,7	Vulnerabilità a molti inquinanti (eccetto quelli fortemente adsorbiti o velocemente trasformati) con rapido impatto in tutti gli scenari di inquinamento
Moderata	0,3÷0,5	Vulnerabilità a qualche inquinante ma solo quando rilasciati in maniera continua
Bassa	0,1÷0,3	Vulnerabilità nel caso degli inquinanti conservativi rilasciati e in maniera continua
Trascurabile	0÷0,1	Sono presenti strati confinanti con flusso verticale non significativo



15.1.2. SINTACS (CIVITA, 1998)

15.1.2.1. DESCRIZIONE DEL METODO

Il metodo SINTACS consiste nell'applicazione all'area in esame, preventivamente discretizzata in celle elementari per mezzo di una maglia regolare, di punteggi riferiti a particolari parametri, tramite i quali si giunge alla determinazione del grado di vulnerabilità (Figura 197).

15.1.2.2. I PARAMETRI SINTACS

Come primo passo occorrerà discretizzare il territorio in esame in celle quadrate. Tale suddivisione porterà alla creazione di un numero finito di celle a cui verranno assegnati i parametri di ingresso necessari all'elaborazione della Carta di vulnerabilità.

Per applicare tale metodo sono necessari 7 parametri, uno per ogni lettera che compone la sigla **SINTACS**:

- **S**-Soggiacenza;
- **I**-Infiltrazione;
- **N**-Non saturo;
- **T**-Tipologia della copertura;
- **A**-Acquifero;
- **C**-Conducibilità idraulica;
- **S**-Superficie topografica (pendenza);

A ciascun parametro selezionato, suddiviso per intervalli di valore e/o tipologie dichiarate, viene attribuito un punteggio crescente in funzione dell'importanza che esso assume nella valutazione complessiva finale. Per ciascuno dei parametri in gioco è fornito un grafico lineare o a barre, nel quale sono riportate tutte le principali idrolitologie costituenti il sottosuolo e i valori dei principali fattori numerici calcolabili o tabulati. In base ai dati richiesti, si entra nei vari diagrammi e si ricava il punteggio da applicare.



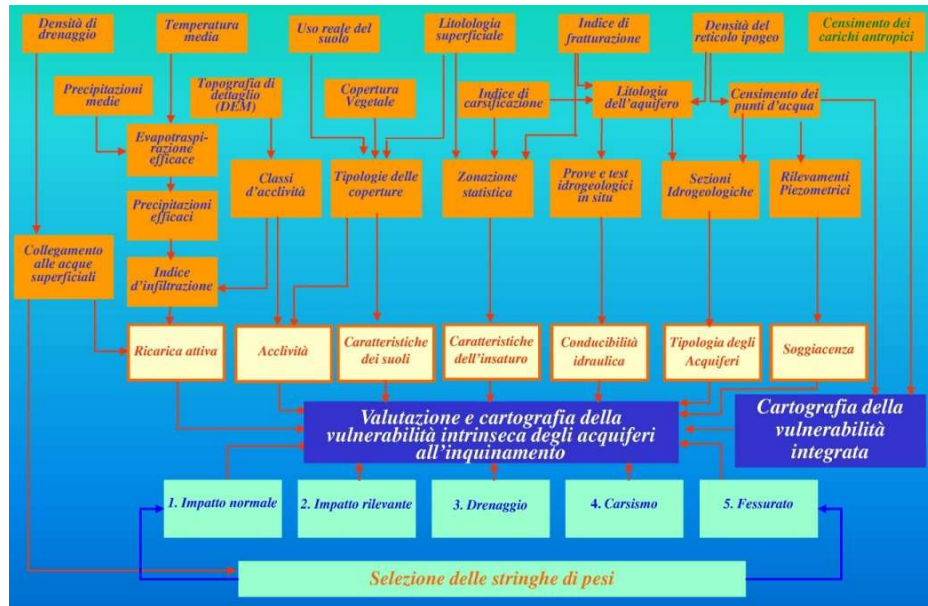


FIGURA 197: DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL MODELLO SINTACS (CIVITA & DE MAIO 2000)

Ogni valutazione sarà inserita nelle celle in modo da riempire completamente la matrice delle informazioni necessarie (punteggi, pesi, indice SINTACS).



SOGGIACENZA (S)

Questo parametro viene rappresentato graficamente come aree alle quali attribuire un punteggio, a seconda dell'intervallo di soggiacenza che le caratterizza. Il punteggio è inversamente proporzionale alla soggiacenza stessa: più questa è elevata, maggiore è lo spessore dell'insaturo e quindi minore risulta la vulnerabilità e minore sarà il punteggio attribuito che viene assegnato sulla base del grafico riportato in Figura 3: dove è rappresentato un andamento iperbolico che varia tra 1 e 10, tende a 1 per valori della soggiacenza maggiori di 60-70 metri e a 10 per valori nulli della soggiacenza.

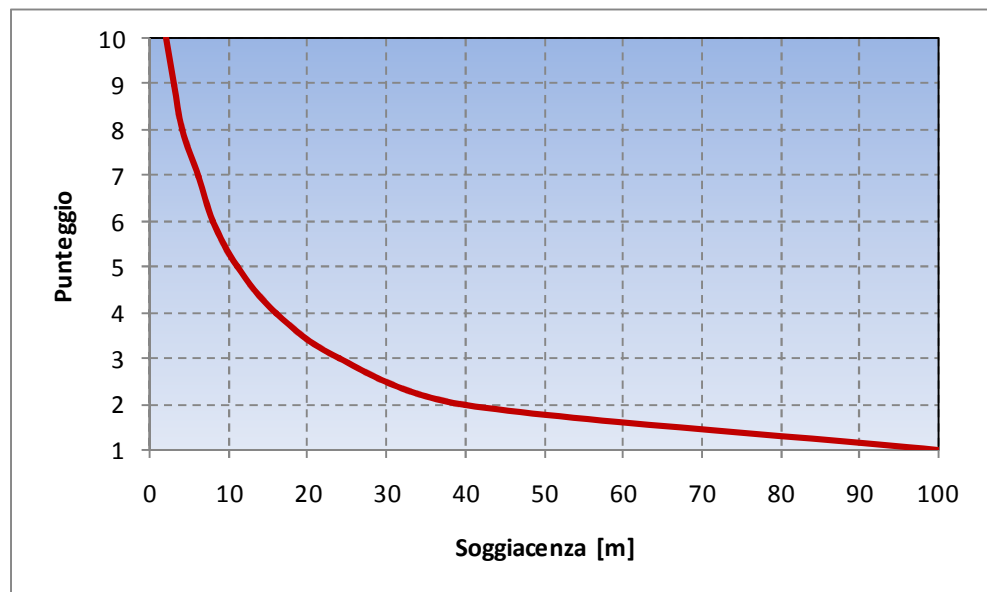


FIGURA 198: DIAGRAMMA PER IL CALCOLO DEL PUNTEGGIO DEL PARAMETRO SOGGIACENZA (CIVITA & DE MAIO, 2000).

INFILTRAZIONE (I)

Il ruolo che l'infiltrazione efficace gioca nella valutazione della vulnerabilità degli acquiferi è molto importante, dal momento che da essa dipende il drenaggio in profondità degli inquinanti, ma anche della loro diluizione, dapprima sul suolo e quindi nell'insaturo e nella zona satura.

La metodologia di valutazione del parametro I si basa sul bilancio idrogeologico inverso (Civita & De Maio, 2000) (Capitolo 9). Essa è la componente unica o largamente preponderante per tutte le aree in cui non ci sono interscambi tra acquifero e corpi idrici superficiali o dove non ci sono pratiche irrigue che utilizzano grandi volumi d'acqua. Essa utilizza le serie storiche di piovosità e di temperatura media annua, e coefficienti d'infiltrazione (χ) legati sia ad una condizione di roccia affiorante, sia ad una copertura apprezzabile di suolo. Una volta calcolati i dati di infiltrazione media annua si applica il grafico in Figura 199:



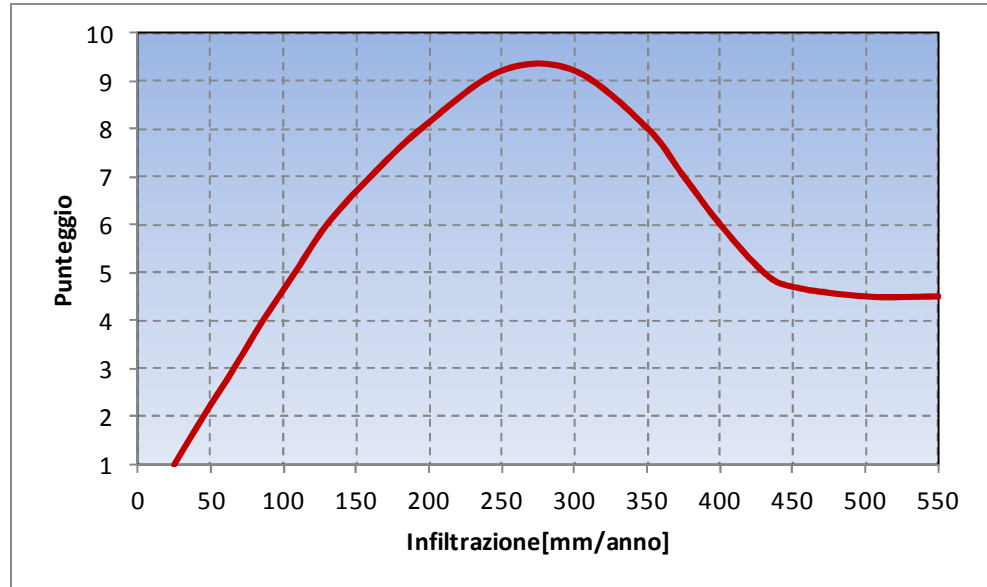


FIGURA 199: DIAGRAMMA PER IL CALCOLO DEL PUNTEGGIO DEL PARAMETRO INFILTRAZIONE (CIVITA & DE MAIO, 2000).

NON SATURO (N)

Il non saturo o insaturo, è quella porzione di terreno compreso tra la base del suolo e la zona satura dell'acquifero, rappresenta la seconda linea di difesa del sistema acquifero nei confronti degli inquinanti liquidi e/o idrovesicolati. All'interno di tale spessore, infatti, si attuano i processi di attenuazione quali:

- la filtrazione e la dispersione che dipendono essenzialmente dalle caratteristiche granulometriche, dallo spessore e dal grado di diagenesi dei mezzi rocciosi;
- la reattività chimica dei minerali componenti i mezzi, che influenzano processi come gli scambi cationici, le reazioni acido-base, la complessazione, l'adsorbimento-desorbimento;
- i processi di biodegradazione e volatilizzazione che sono controllati dalla profondità e, dunque, dallo spessore insaturo.

L'effetto di auto depurazione del non saturo si valuta a partire dalle condizioni litologiche dell'insaturo (litologia, stato di frammentazione, ecc.) attribuendo ad ogni singola cella un punteggio, utilizzando il diagramma in Figura 200.



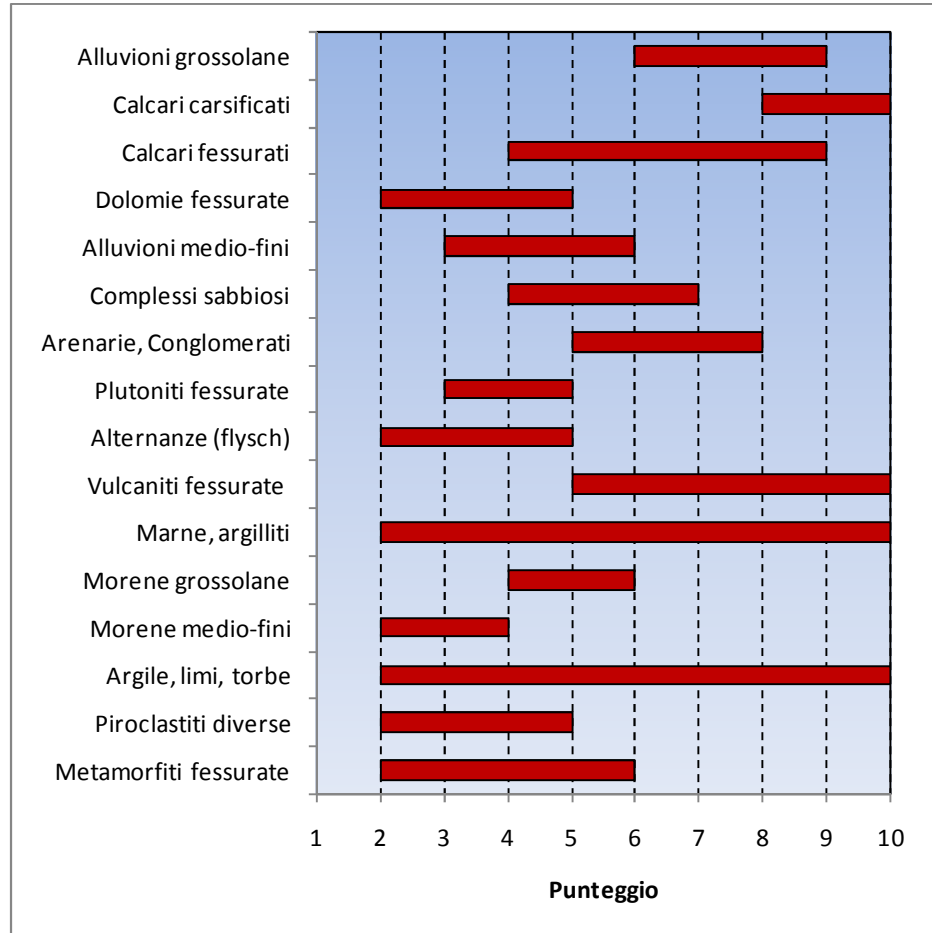


FIGURA 200: DIAGRAMMA PER IL CALCOLO DEL PUNTEGGIO DEL PARAMETRO NON SATURO (CIVITA & DE MAIO, 2000).

Acquisire il necessario livello di conoscenza delle condizioni e delle geometrie dell'insaturo è quasi sempre un'operazione difficoltosa. I dati relativi al sottosuolo normalmente reperibili sono scarsi e, spesso, poco attendibili derivando spesso dalle trivellazioni di pozzi per acqua e da indagini geognostiche e geofisiche il più delle volte localizzate.

TIPOLOGIA DI COPERTURA (T)

Com'è noto, la tipologia dei terreni di copertura, in genere, e dei suoli, in particolare, riveste un ruolo della massima importanza nella mitigazione dell'impatto degli inquinanti e nella valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi e, quindi, nella stesura della Carta di Vulnerabilità.

Il suolo costituisce la prima linea di difesa del sistema acquifero verificandosi al suo interno importanti processi che collettivamente costituiscono il *potenziale di attenuazione del suolo*. Due gruppi di parametri pedologici devono essere presi in considerazione nella valutazione di tale potenziale. I parametri del primo gruppo controllano direttamente la situazione fisica effettiva ed i processi che la caratterizzano (assorbimento, filtrazione, capacità di drenaggio, umidità, velocità di infiltrazione, ecc.):



- la granulometria;
- la tessitura;
- lo spessore effettivo;
- la massa volumica apparente (densità volumetrica);
- la porosità totale;
- la quantità di acqua disponibile per la vegetazione;
- la conducibilità idraulica.

Nel secondo gruppo figurano i parametri che influiscono direttamente sul valore numerico del coefficiente K_d che misura il grado di adsorbimento di un composto chimico da parte del suolo:

- il pH;
- la capacità di scambio cationico (CSC);
- il contenuto di sostanza organica;
- il contenuto di argilla.

A questo punto facendo riferimento alle caratteristiche di tessitura dei suoli ed ai parametri precedenti, sono stati quantificati gli intervalli di punteggio SINTACS presentati in Figura 201. In tale diagramma a seconda del numero e della tipologia dei dati disponibili, si potrà cercare il valore più soddisfacente da assegnare alle diverse celle della matrice di discretizzazione del territorio di interesse che è alla base dell'applicazione del metodo e della relativa restituzione cartografica.



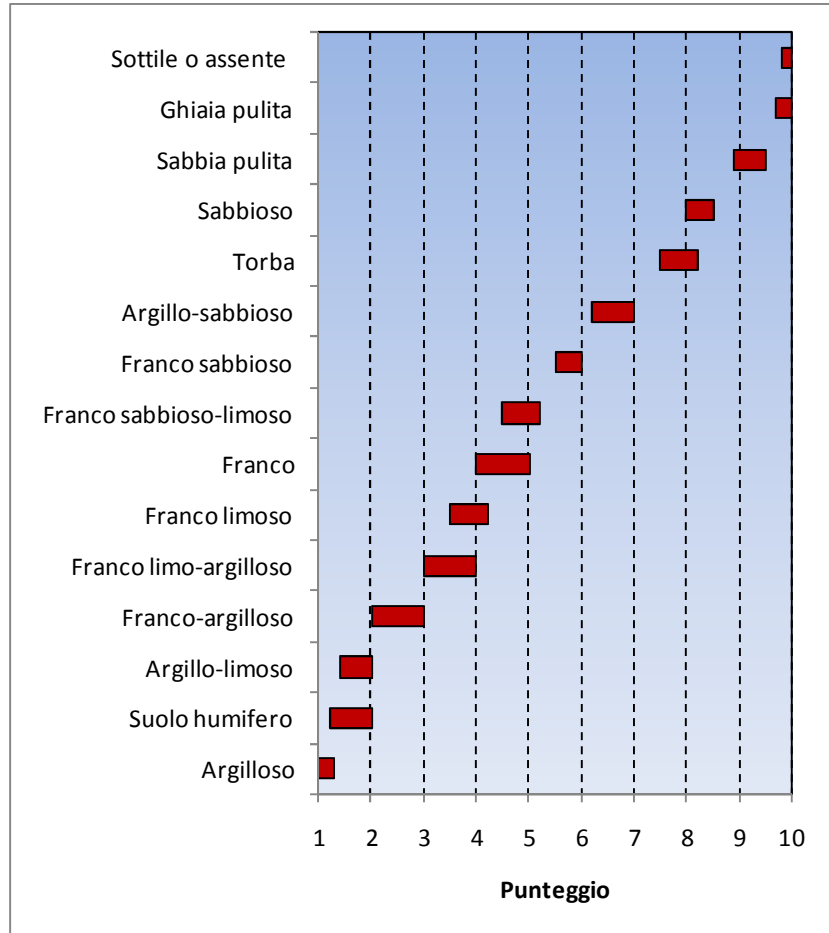


FIGURA 201: DIAGRAMMA PER IL CALCOLO DEL PUNTEGGIO DEL PARAMETRO TIPOLOGIA DI COPERTURA (CIVITA & DE MAIO, 2000)

ACQUIFERO (A)

La tipologia dell'acquifero comprende i processi che avvengono al di sotto della superficie piezometrica quando un inquinante idroveicolato giunge a mescolarsi con l'acqua sotterranea dopo aver superato le due linee di difesa costituite dalla copertura e dall'insaturo, con abbattimento di una parte più o meno rilevante della sua concentrazione iniziale. Tali processi, in buona sostanza, sono:

- la dispersione;
- la diluizione;
- l'assorbimento;
- la reattività chimica del mezzo.

La dispersione cinematica dipende essenzialmente dalla lunghezza e tortuosità che i filetti fluidi seguono nella zona satura. Nei mezzi porosi, essa è retta dalla granulometria e dal grado di compattazione, mentre nelle rocce fessurate tale funzione viene svolta dallo stato di fratturazione e/o carsificazione.

La diluizione è collegata alla portata unitaria dell'acquifero, alla ricarica attiva, alla velocità effettiva di flusso.

La composizione chimica della roccia acquifera potrà interagire in misura maggiore o minore con l'inquinante infatti processi come l'ossidazione di minerali ferrosi,



l'idrolisi delle rocce feldspatiche e l'idratazione dei solfati possono giocare un ruolo importante: essi dipendono fortemente dal tipo litologico e dal tipo di permeabilità dell'acquifero ed è, dunque, a queste caratteristiche che si indirizza la valutazione del parametro.

Il rilevamento idrogeologico, integrato da tutti i dati ottenibili sulla struttura, sulla litologia, sullo stato di fessurazione e di carsificazione della zona saturata (indagini geofisiche, geognostiche, ecc.), costituisce soltanto la base delle informazioni necessarie per la parametrizzazione o, comunque, per la valutazione delle condizioni di vulnerabilità.

Sulla base dei dati disponibili si dovrà cercare, per ciascun elemento di maglia, il valore più soddisfacente all'interno degli intervalli riportati nel grafico in Figura 202 dove sono inseriti i principali litotipi costituenti gli acquiferi.

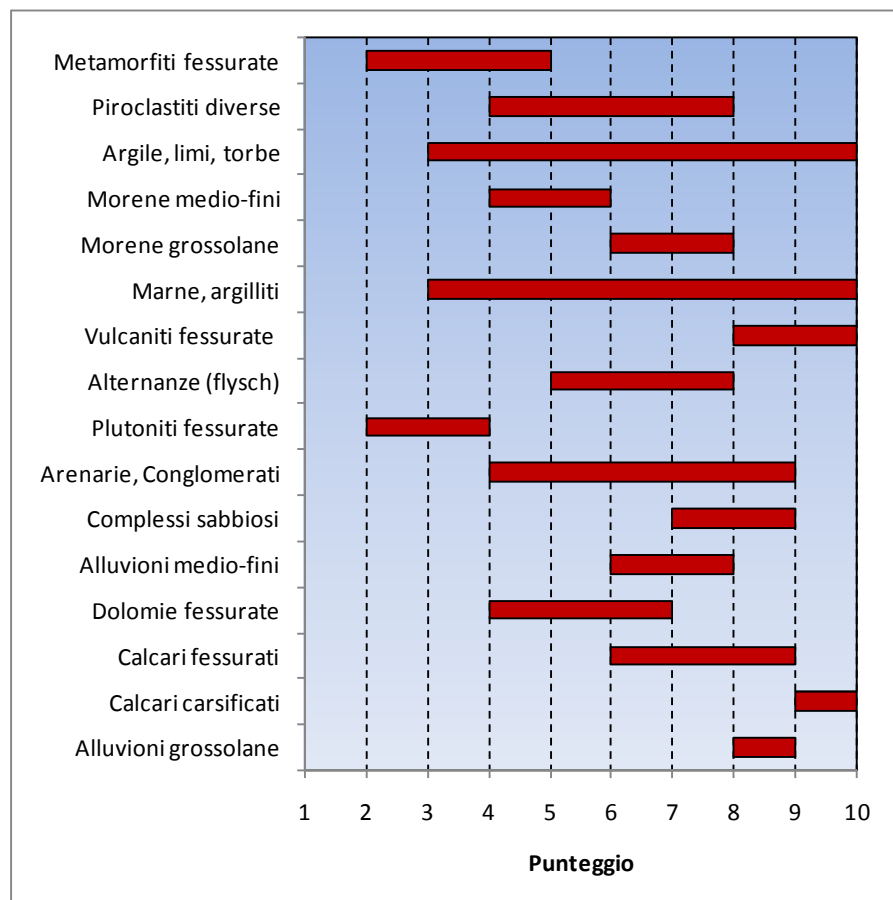


FIGURA 202: DIAGRAMMA PER IL CALCOLO DEL PUNTEGGIO DEL PARAMETRO ACQUIFERO (CIVITA & DE MAIO, 2000).

CONDUCIBILITÀ IDRAULICA (C)

Nel contesto del metodo questo parametro permette di valutare, a parità di gradiente e di sezione di flusso, la portata unitaria e la velocità di spostamento verso i punti di captazione. Esso è di difficile valutazione, specialmente in zone montuose dove è impossibile eseguire prove d'acquifero e solo in qualche caso è possibile effettuare test con traccianti. Dove esistono pozzi praticabili si possono



ottenere dati affidabili dalla portata specifica (Q/A), calcolando direttamente la trasmissività e, noto lo spessore dell'acquifero, la conducibilità.

Una volta ottenuto questo dato si utilizza un'altro grafico, che lega i valori della conducibilità al solito punteggio da 1 a 10, riportato in Figura 203.

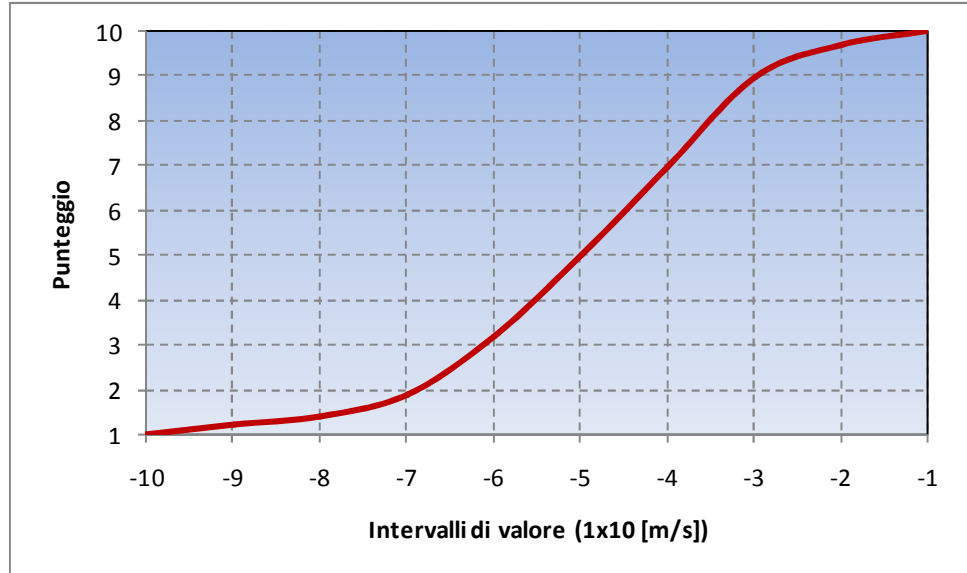


FIGURA 203: DIAGRAMMA PER IL CALCOLO DEL PUNTEGGIO DEL PARAMETRO CONDUCEBILITÀ (CIVITA & DE MAIO, 2000).

SUPERFICIE TOPOGRAFICA (PENDENZA) (S)

Tale parametro regola il ruscellamento prodotto a parità di pioggia efficace, nonché la permanenza dell'acqua piovana (o di un inquinante liquido sversato sul suolo). Si attribuisce un punteggio basso alle pendenze blande, dove un inquinante può spostarsi poco o addirittura ristagna, favorendo l'infiltrazione. Tale parametro viene espresso in percentuale, ovvero si indica di quanti metri si sale di quota in 100 metri lineari.

Ad ogni percentuale si attribuisce un punteggio, utilizzando il diagramma in Figura 204.



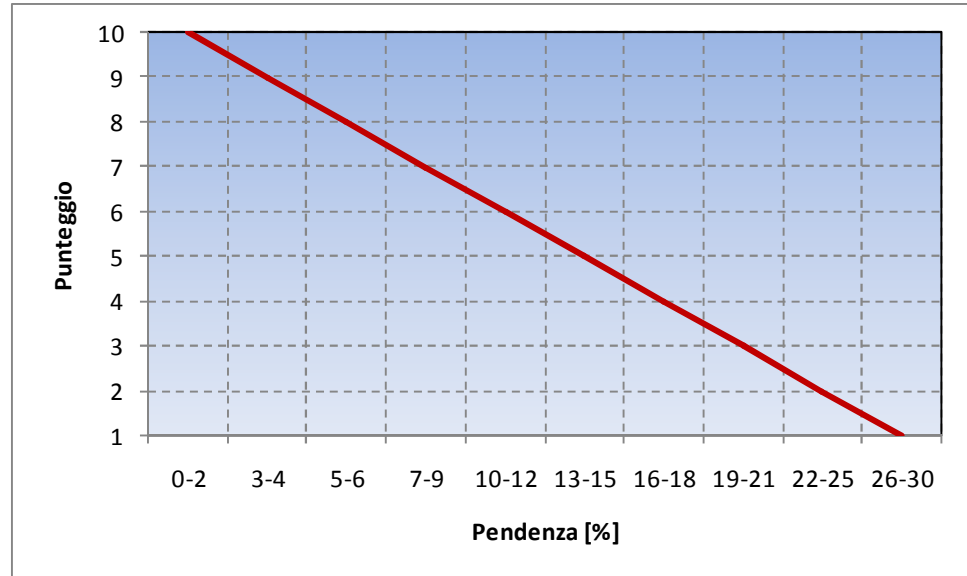


FIGURA 204: DIAGRAMMA PER IL CALCOLO DEL PUNTEGGIO DEL PARAMETRO ACCLIVITÀ (CIVITA & DE MAIO, 2000).

LE STRINGHE DEI PESI

Una volta calcolato il punteggio per ciascun parametro, compreso tra 1 e 10 (la vulnerabilità aumenta passando da 1 a 10), e per ciascun elemento di maglia con la quale verrà discretizzato il territorio in esame, è necessario individuare la situazione idrogeologica e d’impatto specifica del sito. Questa sarà scelta tra 5 situazioni, le quali sono suddivise in altrettante stringhe di pesi, ciascuna composta da 7 cifre. Ciascuna cifra è un moltiplicatore dei pesi nell’ordine prestabilito in Tabella 44, e serve a mettere in rilievo ora l’uno ora l’altro dei parametri in funzione dell’importanza che ciascuno di essi ha nelle diverse situazioni d’impatto.

TABELLA 44: STRINGHE DI PESI MOLTIPLICATORI STABILITE PER SINTACS R5

Parametro	Impatto normale	Impatto rilevante	Area a drenaggio	Aree carsiche	Aree in rocce fessurate
S	5	5	4	2	3
I	4	5	4	5	3
N	5	4	4	1	3
T	3	5	2	3	4
A	3	3	5	5	4
C	3	2	5	5	5
S	3	2	2	5	4

Nella sua forma attuale le stringhe di pesi di SINTACS sono le seguenti:

- **Aree soggette a impatto normale:** aree a scarso gradiente topografico (pianura, pedemonte, pianalto, conche in tramontane ecc.), con insaturo composto prevalentemente da rocce a permeabilità matriciale, dove non sussistono particolari situazioni d’impatto antropico e con utilizzo reale del territorio contenuto e scarsamente trasformato. Si tratta di aree sterili,



incolte o con colture spontanee, o che, comunque, non richiedono l'uso di fitofarmaci, concimi chimici (se non eccezionalmente e/o in dosi modeste) né pratiche irrigue. In tali aree è realizzato sovente l'allevamento brado, sia stagionale che stanziale: un numero limitato di capi non comporta particolari impatti. Gli insediamenti, anche se limitati, non possono essere inclusi in questo scenario. La stringa specifica esalta al massimo il peso relativo della soggiacenza e dell'insaturo, strettamente collegati all'effettiva penetrabilità del sistema da parte di un inquinante fluido. Valori bassi di soggiacenza corrispondono a punteggi alti che vengono quintuplicati dallo specifico peso di stringa. Analogamente, un insaturo capace di una forte azione di mitigazione darà un prodotto basso anche se il moltiplicatore è elevato. Appena minore è l'importanza attribuita, in queste condizioni, alla ricarica attiva, minore ancora risulta l'azione di prima barriera della copertura, considerando la buona azione di drenaggio esterno che caratterizza i suoli naturali indisturbati, dove presenti. Stessa importanza assumono il tipo d'acquifero, la sua conducibilità idraulica nonché l'acclività della superficie topografica.

- **Aree soggette a impatto rilevante:** questa linea di pesi serve a modellare situazioni territoriali che favoriscono impatti importanti da fonti diffuse d'inquinamento potenziale. L'insaturo è costituito, in prevalenza, da mezzi a permeabilità matriciale, morfologicamente adatti ad antropizzazione estensiva come colture che richiedono abbondanti trattamenti con fitofarmaci, concimi chimici, applicazioni di fert-irrigazione, spargimento liquami; aree a discarica incontrollata, laghi, vasche di dispersione, oleodotti, collettori fognari ecc.; aree industriali attive e dismesse, aree urbanizzate e assimilabili. Il sottosistema insaturo gioca un ruolo preponderante, qualsiasi sia l'idrolitologia dell'acquifero sottostante e la sua conducibilità idraulica. La stringa è commisurata per esaltare la funzione della soggiacenza e dell'insaturo, ma anche quella fondamentale del suolo. Notevole importanza si attribuisce anche al parametro infiltrazione per tenere conto delle pratiche irrigue, un potente vettore agli inquinanti sparsi o/e applicati sulla superficie del suolo; e delle perdite da strutture di accumulo o di trasporto di inquinanti (discariche, laghi, vasche di dispersione, oleodotti, collettori fognari ecc.).
- **Aree soggette a drenaggio:** uno scenario apposito è stato identificato per le aree dove avviene un continuo drenaggio da corpi idrici superficiali all'acquifero. La calibrazione della stringa tiene conto della forte riduzione della soggiacenza in corrispondenza delle zone di collegamento tra acquifero e reticolo drenante superficiale, sia naturale che artificiale. Tali zone devono comprendere:
 - le aree abitualmente esondabili dai corsi d'acqua in regime di piena e le aree soggette ad esondazione frequente;
 - le aree di irrigazione con grandi volumi d'acqua (irrigazione per sommersione e per scorrimento);



- le aree di affioramento continuo o periodico della superficie piezometrica libera (stagni, marcite, paludi).

Le aree dove applicare la stringa in discussione devono essere quindi accuratamente selezionate con l'ausilio delle indicazioni idrogeologiche fornite dai Piani di Bacino e dalle Carte dell'uso reale del territorio. In situazioni del tipo descritto, i parametri fondamentali che caratterizzano l'insaturo e i processi che in esso avvengono sono meno esaltati dai moltiplicatori, mentre forte rilevanza viene attribuita al tipo di acquifero ed alla sua conducibilità idraulica.

- **Aree carsiche:** questo scenario deve applicarsi a quelle zone dove sussistono condizioni di carsismo profondo e completo. Si tratta di aree estesamente carsificate in superficie e in profondità, con collegamenti rapidissimi tra superficie e acquifero attraverso punti di perdita dai dreni superficiali, pozzi carsici, inghiottitoi ecc., situazioni molto diffuse nel territorio italiano, prevalentemente nelle zone alpine e prealpine, nel Carso triestino, in Puglia, ma anche in Appennino e nelle isole maggiori. È consigliabile applicare la relativa stringa anche alle aree a ruscellamento endoreico concentrico, tanto frequenti nei massicci carbonatici appenninici. La stringa descrive tempi di transito (TOT) molto veloci: l'azione combinata di soggiacenza e insaturo è pressoché nulla poiché le acque superficiali si riversano nel sottosuolo percorrendo condotti anche molto profondi con velocità incomparabili con quelle dei normali processi infiltrativi. L'azione d'attenuazione degli inquinanti, prodotta dall'insaturo e dal suolo, è quasi nulla. La massima enfasi è attribuita all'infiltrazione efficace, che spesso corrisponde al totale delle precipitazioni efficaci; alle caratteristiche dell'acquifero e alla sua permeabilità. Un elevato valore di moltiplicatore è attribuito anche all'acclività, in modo da tenere nel massimo conto le zone assorbenti o perdenti che favoriscono il ristagno se non l'allagamento temporaneo o continuo.
- **Aree in rocce fessurate:** la stringa deve essere applicata alle aree con rocce permeabili per fessurazione, non carsificate o con carsismo sviluppato solo in superficie, in assenza, quindi, di condotti o pozzi collegati direttamente ad un sistema di cavità evoluto. Il ruscellamento superficiale può essere scarso in assenza di suolo. I tempi di transito, anche se rilevanti nei primi metri di insaturo, si abbassano e si uniformano in profondità in funzione della conducibilità idraulica dell'insaturo prima e del saturo poi. Il massimo moltiplicatore della stringa è quello relativo al parametro conducibilità, seguito da quello relativo al tipo di acquifero. La stessa importanza viene assegnata al suolo, se presente, e all'acclività della superficie, data la notevole influenza di questi due parametri combinati sulla capacità di ingestione del sistema. Un peso minore è attribuito a parametri come la soggiacenza, l'infiltrazione e l'insaturo.



Per ciascuna cella si calcoleranno i valori del punteggio da attribuire a ciascun parametro, si sceglierà una linea di pesi moltiplicatori (W) e si calcolerà l'indice SINTACS (grezzo):

$$I_{SINTACS} = \sum_{i=1}^7 P_i W_i \quad (1)$$

Dove:

P = punteggio del parametro nella singola cella della maglia

W = relativo peso.

L'indice in tal modo calcolato è compreso nell'intervallo (26-260). Deve essere per uniformità d'impiego, normalizzato mediante la formula:

$$I_{SNO} = \frac{I_{SGR} - I_{S_{MIN}}}{I_{S_{MAX}} - I_{S_{MIN}}} \times 100 \quad (2)$$

Dove:

I_{SNO} = è l'indice normalizzato;

$I_{S_{MIN}}$ = è il valore minimo;

$I_{S_{MAX}}$ = è il valore massimo;

$I_{S_{GR}}$ = è l'indice grezzo, ossia un valore da 26 a 260.

L'indice SINTACS così calcolato è stato suddiviso in 6 intervalli, dove ad ogni intervallo corrisponde un determinato grado di vulnerabilità intrinseca. In Figura 205 e Figura 206 sono riportati gli intervalli dell'indice SINTACS.

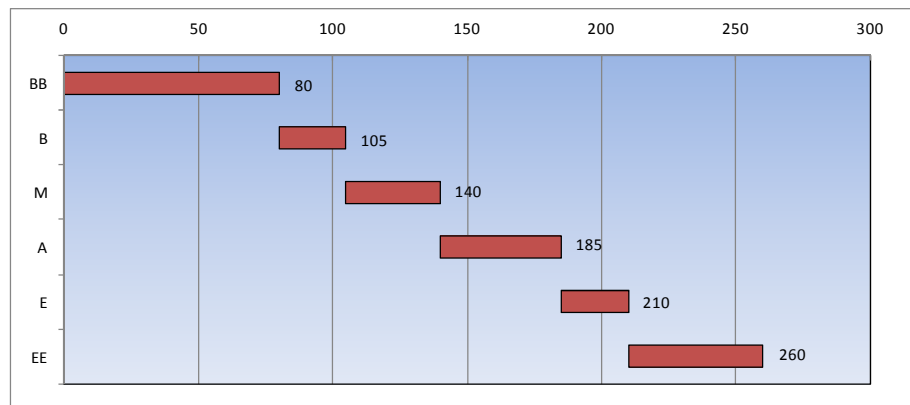


FIGURA 205:INTERVALLI DELL'INDICE SINTACS GREZZI



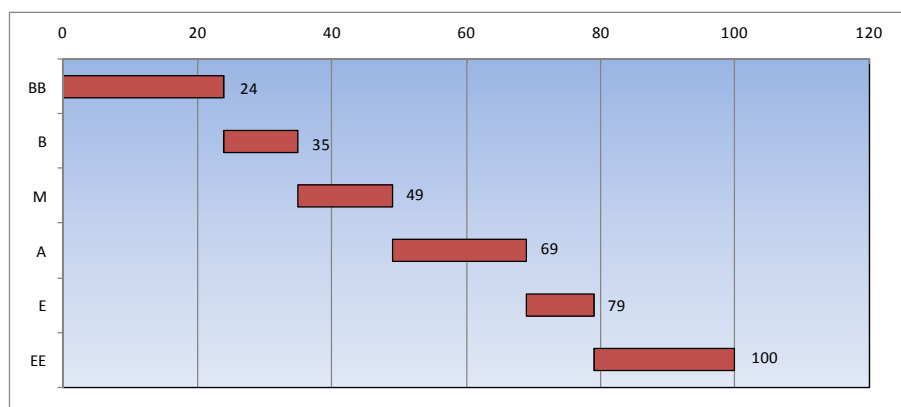


FIGURA 206:INTERVALLI DELL'INDICE SINTACS NORMALIZZATO

A questo punto per ogni cella, a cui è stato determinato il grado di vulnerabilità, viene associato un colore in funzione del grado stesso. I colori servono a uniformare la cartografia in modo che le Carte contigue possano essere facilmente confrontate. I 6 diversi colori da associare ai diversi gradi di vulnerabilità sono riportati nella Tabella 45.

TABELLA 45: COLORI ATTRIBUITI AI DIVERSI GRADI DI VULNERABILITÀ INTRINSECA.

Grado di vulnerabilità	Intervallo di punteggio grezzo	Intervallo di punteggio normalizzato	Colore attribuito
Bassissimo	0 - 80	0 - 24	Magenta
Basso	81 - 105	25 - 35	Ciano
Medio	106 - 140	36 - 49	Verde
Alto	141 - 186	50 - 69	Giallo
Elevato	187 - 210	70 - 79	Arancione
Elevatissimo	211 - 260	80 - 100	Rosso



15.1.3. DRASTIC (ALLER ET ALII, 1987)

15.1.3.1. PARAMETRI DEL METODO DRASTIC

Il metodo DRASTIC, è stato concepito dagli autori in modo da fornire una valutazione quantitativa e non qualitativa del grado di vulnerabilità, nel senso che, attraverso gli indici numerici ottenuti, è possibile comparare la vulnerabilità tra aree diverse, ma non qualificarla in senso assoluto come bassa o alta.

TABELLA 46: PARAMETRI DEL METODO DRASTIC

Parametro	Denominazione	
D	<i>Depth to Water</i>	Soggiacenza
R	<i>(Net) Recharge</i>	Infiltrazione efficace
A	<i>Aquifer Media</i>	Acquifero
S	<i>Soil Media</i>	Suolo
T	<i>Topography</i>	Topografia
I	<i>Impact of the Vadose Zone</i>	Zona Non Saturata
C	<i>Conductivity(Hydraulic) of the aquifer</i>	Conducibilità Idraulica dell'acquifero

Il termine DRASTIC rappresenta come si evince da Tabella 46 l'acronimo derivante dall'iniziale dei singoli parametri. Tali parametri possono essere suddivisi in:

- statici: caratteri tessiturali del suolo, non saturo, acquifero (saturo), topografia, conducibilità idraulica;
- dinamici: soggiacenza, infiltrazione efficace.

Il sistema DRASTIC, inoltre, si compone di 3 componenti significative:

- *Weights* o "**Pesi**"
- *Range* o "**Campi**"
- *Ratings* o "**Punteggi**"
- "**Pesi**": ciascun fattore DRASTIC, viene valutato rispetto agli altri secondo la sua importanza relativa, attribuendogli un "peso" relativo variabile tra 1 e 5 in funzione dell'effettiva possibilità che quel parametro ha di condizionare le caratteristiche di vulnerabilità del sistema. Nel caso si vada ad applicare il metodo in zone ad alta attività agricola, gli autori hanno sviluppato il DRASTIC "agricolo" che differisce dal precedente per alcuni pesi dei fattori
- "**Campi**": ciascun fattore DRASTIC, viene suddiviso in "campi" o intervalli di valori, ciascuno dei quali ha un certo impatto sulla vulnerabilità.
- "**Punteggi**": a ciascun campo di ciascun fattore DRASTIC, viene poi assegnato un "punteggio", variabile da 1 a 10 come si evince dalle successive tabelle.

Con tale metodo è possibile calcolare un valore numerico, **Indice Drastic (ID)**, utilizzando la seguente equazione:

$$ID = Dr \cdot Dw + Rr \cdot Rw + Ar \cdot Aw + Sr \cdot Sw + Tr \cdot Tw + Ir \cdot Iw + Cr \cdot Cw \quad (3)$$



Dove:

r = "punteggio"

w = "peso"

Il prodotto, di ogni singolo parametro tra pesi e punteggi assegnati, vengono sommati ottenendo l'indice DRASTIC variabile da un minimo di 23 ad un massimo di 230.

SOGGIACENZA (D)

La soggiacenza indica la profondità dal piano campagna della tavola d'acqua nel caso di acquiferi freatici, o del tetto dell'acquifero stesso nel caso di falde in pressione. Tale profondità corrisponde alla distanza che un inquinante deve percorrere dalla superficie attraverso il non saturo per raggiungere l'acquifero (tale parametro perde evidentemente di significato nel caso in cui un inquinante venga immesso direttamente in falda). Maggiore è la soggiacenza, maggiore è il tempo di arrivo dell'inquinante in falda e maggiori saranno quindi i processi di attenuazione dell'inquinante stesso (diluizione, dispersione, filtrazione meccanica, volatilizzazione, scambio ionico, adsorbimento, ecc.). Ne consegue che più alto è il valore della soggiacenza, minore è il punteggio assegnato e quindi minore è la vulnerabilità all'inquinamento della falda. La soggiacenza è tuttavia un parametro dinamico, variabile nel tempo (variazioni annuali, stagionali, climatiche) per cui con essa varia anche il grado di vulnerabilità.

TABELLA 47: PUNTEGGI DELLA SOGGIACENZA

Profondità (Piedi)		Punteggio	Profondità (Metri)		Punteggio
min	max		min	max	
0	5	10	0	1,52	10
5	15	9	1,52	4,57	9
15	30	7	4,57	9,14	7
30	50	5	9,14	15,24	5
50	75	3	15,24	22,86	3
75	100	2	22,86	30,48	2
100		1	30,48		1

INFILTRAZIONE EFFICACE (R)

L'Infiltrazione efficace è intesa come la quantità di acqua meteorica di infiltrazione che effettivamente raggiunge l'acquifero. È importante poiché l'acqua rappresenta l'agente di trasporto dei contaminanti dalla superficie alla falda e quindi tanto maggiore è la quantità d'acqua, maggiore è la possibilità di trasporto degli inquinanti. La ricarica dell'acquifero è più rapida e la vulnerabilità è maggiore in aree con falde libere; le falde in pressione, che sono in parte protette



dall'inquinamento superficiale da strati in genere a bassa permeabilità, possono avere la zona di ricarica anche in aree molto lontane.

TABELLA 48: PUNTEGGI DELL'INFILTRAZIONE EFFICACE

Ricarica (Pollici)		Punteggio	Ricarica (mm)		Punteggio
min	max		min	max	
0	2	1	0	50,8	1
2	4	3	50,8	101,6	3
4	7	6	101,6	177,8	6
7	10	8	177,8	254	8
10		9	254		9

ACQUIFERO (A)

L'acquifero esercita il controllo sulla lunghezza del percorso seguito dall'inquinante (da cui dipendono i fenomeni di autodepurazione) e sulla direzione da esso seguita (influenzata dalle variazioni granulometriche e dall'andamento delle fratture). In genere se maggiore è la dimensione del materiale costituente l'acquifero, maggiore è la permeabilità e, di conseguenza, maggiore ne risulta la vulnerabilità.

TABELLA 49: PUNTEGGI DEL MATERIALE COSTITUENTE L'ACQUIFERO

Litologia	Punteggio
scisti massicci	1-3
metamorfica/igneo	2-5
metamorfica/igneo alterate	3-5
morene glaciali	4-6
sequenze di arenarie, calcari e scisti	5-9
arenarie	4-9
calcario massiccio	4-9
sabbia e ghiaia	6-9
basalto	5-10
calcario	9-10

SUOLO (S)

Il suolo comprende la porzione superficiale della zona non satura, caratterizzata da un'intensa attività biologica. Influisce sia sulla quantità d'acqua che può filtrare e raggiungere i livelli sottostanti (e quindi sulla possibilità di un inquinante di muoversi verticalmente), sia, dove è abbastanza potente, sulla autodepurazione dell'inquinante. In genere se minore è la granulometria del suolo e maggiore è la percentuale di argilla, sarà quindi maggiore l'azione di attenuazione dell'inquinante e minore è la vulnerabilità.



TABELLA 50: PUNTEGGI DEL MATERIALE DI COPERTURA

Caratteristiche/tipologia	Punteggio
fine o assente	10
ghiaia	10
sabbia pulita	9
argilla aggregata	7
suolo sabbioso	6
suolo franco	5
suolo fangoso	4
suolo argilloso	3
argilla pulita	1

TOPOGRAFIA (T)

La caratteristica morfologica del territorio, cioè la sua pendenza, influisce sul tempo di stazionamento e sulla velocità di flusso dell'acqua piovana che cade sul terreno, determinando la maggiore o minore possibilità di infiltrazione delle acque meteoriche e degli inquinanti. Ne consegue che minore è la pendenza della superficie topografica, maggiore è la vulnerabilità.

TABELLA 51: PUNTEGGI RELATIVI ALLA PENDENZA

Pendenza (%)		Punteggio
min	max	
0	2	10
2	6	9
6	12	5
12	18	3
18		1

NON SATURO (I)

È la zona compresa tra il suolo e la superficie dell'acquifero, dove agiscono processi quali biodegradazione, filtrazione meccanica, reazioni chimiche, dispersione, ecc. Dal punto di vista della vulnerabilità, costituisce un elemento di protezione dell'acquifero la cui efficacia, in termini litostratigrafici, dipende dalla permeabilità degli strati di materiale che la compongono. In tali condizioni, la zona vadosa, viene classificata valutandone la sua composizione, in funzione della potenza dei tratti del profilo stratigrafico. La zona non satura influisce anche sulla direzione seguita dall'inquinante per giungere alla falda.



TABELLA 52: PUNTEGGI RELATIVI AL NON-SATURO

Litologia	punteggio
argilla-limo	2-6
scisti	2-5
calcare	2-7
arenarie	4-8
sequenze di arenarie, calcari e scisti	4-8
sabbia e ghiaia con argilla e fango	4-8
metamorfica/igneo	2-8
sabbia e ghiaia	6-9
basalto	2-10
calcare	8-10

CONDUCIBILITÀ IDRAULICA DELL'ACQUIFERO (C)

La conducibilità idraulica dell'acquifero agisce solo dopo che l'inquinante ha raggiunto la falda. Controlla la velocità con cui l'acqua fluisce nell'acquifero sotto un dato gradiente idraulico. Essa dipende da numerosi fattori, quali la granulometria, la disposizione reciproca dei granuli, la presenza o meno di più piani di stratificazione, ecc. La conducibilità idraulica influisce inoltre sui processi di filtrazione e migrazione nella zona satura di un inquinante. È evidente che ad un'alta conducibilità idraulica, corrisponde una elevata vulnerabilità.

TABELLA 53: PUNTEGGI RELATIVI ALLA CONDUCIBILITÀ IDRAULICA DELL'ACQUIFERO

Conducibilità (gdp/piediquadri)		Punteggio	Conducibilità (cm/s)		Punteggio
min	max		min	max	
1	100	1	4,72E-07	4,72E-05	1
100	300	2	4,72E-05	1,42E-04	2
300	700	4	1,42E-04	3,30E-04	4
700	1000	6	3,30E-04	4,72E-04	6
1000	2000	8	4,72E-04	9,44E-04	8
2000		10	9,44E-04		10

Vengono infine proposti due set di pesi da attribuire a ciascuno dei sette parametri presi in esame, uno relativo al modello generale ed uno adatto in particolare alla potenzialità di contaminazione da pesticidi (Pesticide model). I pesi relativi sono riportati nella Tabella 54.



TABELLA 54: TABELLA DEI PESI

Parametro	pesi relativi- modello generale	pesi relativi- modello per pesticidi
Profondità della falda(D)	5	5
Ricarica del sistema naturale (R)	4	4
Litologia del saturo (A)	3	3
Caratteri primari del saturo (S)	2	5
Topografia (T)	1	3
Litologia del non saturo (I)	5	4
Conducibilità idraulica (C)	5	2

L'indice DRASTIC può quindi variare da 0 a 230 (Tabella 55).

TABELLA 55: CLASSIFICAZIONE DELL'INDICE DRASTIC

Grado di vulnerabilità	Intervallo di punteggio grezzo	Colore attribuito
Bassissimo	0 – 55	Magenta
Basso	56 – 80	Ciano
Medio	81 – 113	Verde
Alto	114 – 159	Giallo
Elevato	160 – 182	Arancione
Elevatissimo	183 - 230	Rosso



15.1.4. INTRUSIONE SALINA

Nelle pianure costiere, con particolare riferimento alle falde freatiche, il fenomeno dell'intrusione marina avviene non solo attraverso l'interfaccia acqua dolce/acqua salata nell'acquifero lungo la linea di riva, ma anche tramite la risalita del cuneo salino nei corsi d'acqua, nel caso che essi siano in connessione idraulica con la falda freatica stessa (rapporti fiume/falda).

L'interfaccia acqua dolce/acqua salata nell'acquifero (Figura 207), cioè la superficie che separa i due liquidi a diverse densità (ρ acqua dolce = 1 g/cm³; ρ acqua salata = 1,027 g/cm³), viene in genere approssimata ad un piano inclinato verso l'entroterra. In realtà il contatto tra le due acque è una zona di miscelazione (detta zona di transizione) di spessore soggetto a variazioni più o meno accentuate; all'interno di questa zona, la salinità decresce in modo rapido verso l'alto.

La miscelazione è regolata principalmente dalla *diffusione molecolare* e dalla *dispersione meccanica*. Il primo fenomeno è legato alle differenze di salinità delle due

soluzioni a contatto; il secondo è dovuto alla "turbolenza" prodotta dal flusso della falda o più precisamente dalle variazioni di velocità del fluido, a loro volta legate all'anisotropia del mezzo attraversato.

La profondità dell'interfaccia è regolata primariamente dall'equilibrio idrostatico tra acqua dolce/acqua salata. Ghyben-Herzeberg, sulla base di un modello semplificato e delle diverse densità delle soluzioni a contatto (ρ_f = densità dell'acqua dolce = 1 g/cm³; ρ_s = densità dell'acqua di mare = 1,027 g/cm³), hanno descritto tale equilibrio attraverso la relazione:

$$H_i \approx 40 H_p \quad (4)$$

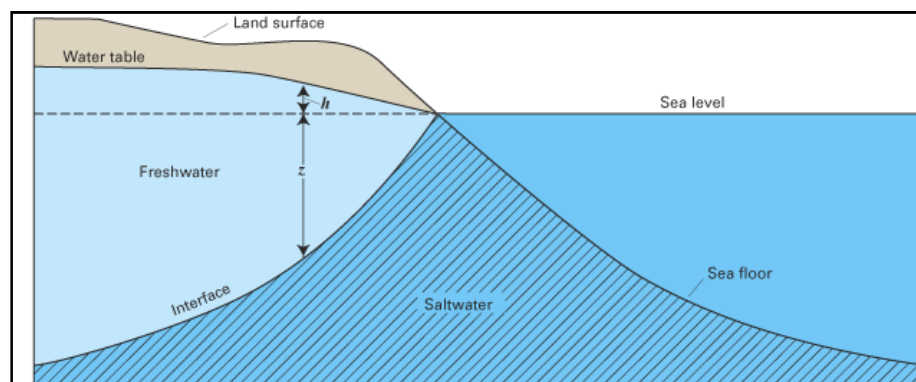


FIGURA 207: SCHEMA DELLA DINAMICA RELATIVA ALL'INTRUSIONE SALINA

In condizioni naturali di equilibrio idrostatico, la zona di miscelazione si sposta verso l'entroterra o verso il mare principalmente in funzione delle variazioni del carico piezometrico e dei cicli di marea: se si verifica una riduzione del carico piezometrico e, quindi, una diminuzione del deflusso, si ha un innalzamento ed uno spostamento della zona di transizione verso l'entroterra, con conseguente



intrusione di acqua marina; il contrario si verifica per un aumento del carico piezometrico.

L'equilibrio naturale tra le due acque viene modificato dallo sfruttamento delle falde sotterranee: i coni di depressione prodotti dai pozzi danno origine nell'interfaccia tramite questi ultimi a opposti e più accentuati coni (rapporto $\approx 1:40$) rispetto a quelli nella superficie piezometrica dai quali sono causati (Figura 207). Tale fenomeno viene definito come intrusione dal basso o up-coning.

15.1.4.1. GALDIT (A. G. CHACHADI AND J. P. LOBO FERREIRA, 2001)

È stato per ultimo implementato attraverso uno script in Python un metodo di intrusione marina a parametri e pesi sviluppato da A G Chachadi and J P Lobo Ferreira. Il metodo è stato sviluppato per valutare la vulnerabilità all'intrusione marina di una zona costiera, tenendo essenzialmente conto di fattori idrogeologici e delle caratteristiche idrogeochimiche dell'acquifero.

L'adozione di un indice ha il vantaggio, in linea di principio, di eliminare o ridurre al minimo la soggettività nel processo di valutazione.

Il modello proposto dalla valutazione della vulnerabilità all'intrusione salina tiene conto di diversi fattori:

TABELLA 56: PARAMETRI DEL METODO GALDIT

Parametro	Denominazione	
G	Groundwater occurrence (aquifer type; unconfined, confined and leaky confined)	Comparsa delle acque sotterranee (tipo di acquifero, non confinato, confinati e semi-confinati)
A	Aquifer hydraulic conductivity	Conducibilità idraulica dell'acquifero
L	Depth to groundwater Level above the sea	Profondità del livello dell'acquifero sul livello del mare
D	Distance from the shore (distance inland perpendicular from shoreline)	Distanza dalla riva
I	Impact of existing status of sea water intrusion in the area	L'impatto attuale di intrusione marina nell'area
T	Thickness of the aquifer	Spessore della dell'acquifero

L'acronimo GALDIT è formato dalle lettere di questi sei parametri (Tabella 56) che caratterizzano il metodo. Questi fattori, in combinazione sono i requisiti di base necessari per valutare la potenziale intrusione di acqua di mare rispetto alle caratteristiche idrogeologiche. I parametri identificati sono in genere facilmente reperibili da una varietà di fonti. Un sistema di classificazione numerico è stato in seguito messo a punto utilizzando i fattori del GALDIT ed è possibile dividerlo in tre parti significative: i pesi, i fattori e le valutazioni. Ciascun fattore è stato valutato mettendolo in rapporto con gli altri al fine di valutarne la relativa importanza e



definirne così il peso relativo (il peso varia da 1 a 4; 1 meno significativo e 4 più significativo).

Il punteggio assegnato per ogni fattore è compreso tra 1 e 10 a seconda delle condizioni locali. Un alto valore corrisponde a un'elevata vulnerabilità, il valore da attribuire è, in genere, ottenuto da tabelle che danno la corrispondenza tra caratteristiche idrogeologiche locali e valore del fattore. Successivamente l'indice di vulnerabilità locale è calcolato attraverso la moltiplicazione del valore attribuito a ciascun fattore per il suo peso relativo sommando poi tutti i sei prodotti. Pertanto, il minimo valore dell'indice GALDIT è di 13 ed il massimo valore è di 130.

TIPO DI ACQUIFERO (G)

In natura, gli acquiferi possono essere suddivisi in confinati, non confinati e semi confinati. La natura dell'acquifero ha un influsso sul grado di intrusione marina. Per esempio, un acquifero non confinato in condizioni naturali è più affetto da intrusione marina a fronte di un acquifero confinato poiché il secondo ha una pressione superiore a quella atmosferica. Allo stesso modo, un acquifero confinato può essere più incline all'intrusione marina se confrontato con un acquifero semiconfinato poiché un acquifero semiconfinato mantiene un minimo di pressione idraulica. Pertanto, assegnando il relativo peso a G, si dovrebbe studiare attentamente la disposizione e il tipo di acquifero nell'area di studio. I punteggi sono le seguenti: non confinato (7,5), confinato (10), e semi confinato (5). L'acquifero confinato è più vulnerabile a causa di un più ampio cono di depressione e il rilascio istantaneo di acqua dai pozzi durante il pompaggio. Nell'acquifero multistrato, deve essere adottato il punteggio più alto.

TABELLA 57: PUNTEGGIO RELATIVO ALLA TIPOLOGIA DI ACQUIFERO

Peso (W_i)	Variabili	Punteggio
1	Acquifero confinato	10
	Acquifero non confinato	7,5
	Acquifero semi confinato	5
	Acquiferi adiacenti	2,5

ACQUIFERO CONDUCIBILITÀ IDRAULICA (A)

Per quanto riguarda la conducibilità idraulica si tralascia la spiegazione del parametro poiché è già stata ampiamente descritta nei metodi precedenti si riporta solo il punteggio da assegnare.

TABELLA 58: PUNTEGGI RELATIVI ALLA CONDUCIBILITÀ IDRAULICA DELL'ACQUIFERO

Peso (W_i)	Variabili		Punteggio
	Classe	Range	
3	Alta	>40	10
	Media	10÷40	7,5
	Bassa	5÷10	5
	Molto bassa	<5	2,5



PROFONDITÀ DI LIVELLO DELLE ACQUE SOTTERRANEE SUL LIVELLO DEL MARE (L)

Il livello acquifero rispetto al livello medio del mare è un fattore molto importante nella valutazione dell'intrusione marina, perché determina la pressione idraulica disponibile a spingere il fronte marino.

Come si vede dalla relazione di Ghyben-Herzberg, per ogni metro di acqua dolce immagazzinata sopra il livello del mare ce ne devono essere 40 sotto l'interfaccia acqua dolce/acqua salata. Nell'assegnare i punteggi a L, si dovrebbe inoltre esaminare la variazione a lungo termine del livello delle acque sotterranee nella zona. Generalmente vengono utilizzati i livelli di soggiacenza minima al di sopra del mare, in quanto ciò fornirebbe la vulnerabilità più alta possibile. Il punteggio può essere adottato da Aller, Bennett, Lehr et al. (1987).

TABELLA 59: PUNTEGGIO RELATIVO ALLA SOGGIACENZA DELL'ACQUIFERO

Peso (W_i)	Variabili		Punteggio
	Classe	Range	
4	Alta	<1	10
	Media	1÷1,5	7,5
	Bassa	1,5÷2	5
	Molto bassa	<2	2,5

DISTANZA DALLA SPIAGGIA (D)

L'impatto dell'intrusione dell'acqua di mare generalmente diminuisce spostandosi nell'entroterra perpendicolarmente rispetto alla costa.

TABELLA 60: PUNTEGGIO RELATIVO ALLA DISTANZA DALLA SPIAGGIA

Peso (W_i)	Variabili		Punteggio
	Classe	Range	
4	Molto vicina	<500	10
	Vicina	500÷750	7,5
	Media	750÷500	5
	Lontana	<1000	2,5

IMPATTO DELLO STATO ATTUALE DI INTRUSIONE DI ACQUA DI MARE (I)

Ogni area di studio è sempre sotto stress, e questo stress modifica le caratteristiche idrauliche naturali di equilibrio tra acqua di salata e dolce e ciò dovrebbe essere considerato quando viene eseguita la determinazione della vulnerabilità di un acquifero. Sono state distinte tre situazioni:

- aree già invase da acqua di mare in tutte le stagioni o campioni di acque sotterranee che mostrano il rapporto tra $Cl^-/(HCO_3^{-1}+CO_3^{2-})$ superiore a 2 epm;
- aree in cui vi è la presenza stagionale di acqua di mare o campioni di acque sotterranee che mostrano il rapporto tra $Cl^-/(HCO_3^{-1}+CO_3^{2-})$ compresa tra 1,5 e 2 epm;



- le aree dove non vi è stata intrusione marina nei campionamenti del passato o campionamenti che mostrano il rapporto tra $Cl^-/(HCO_3^{-1}+CO_3^{2-})$ inferiore a 1,5 epm.

TABELLA 61: PUNTEGGIO RELATIVO ALLO STATO DELL'INTRUSIONE MARINA

Peso (W_i)	Variabili		Punteggio $Cl^-/(HCO_3^{-1}+CO_3^{2-})$
	Classe	Range	
1	Alta	>2	10
	Media	1,5÷2	7,5
	Bassa	1÷1,5	5
	Molto bassa	<1	2,5

SPESORE DELLA FALDA ACQUIFERA (T)

Lo spessore dell'acquifero svolge un ruolo importante nel determinare l'estensione e il dimensionamento dell'intrusione marina in zone costiere. È ben noto che maggiore è lo spessore dell'acquifero, minore è la portata di acqua di mare e viceversa.

TABELLA 62: PUNTEGGIO RELATIVO ALLO SPESSORE DELL'ACQUIFERO

Peso (W_i)	Variabili		Punteggio
	Classe	Range	
2	Alta	>10	10
	Media	7,5÷10	7,5
	Bassa	5÷7,5	5
	Molto bassa	<5	2,5

INDICE FINALE GALDIT

Secondo il metodo GALDIT, ciascuno dei sei parametri ha un peso predeterminato fisso relativo che riflette la sua importanza sulla vulnerabilità. Quando si adotta il metodo GALDIT l'indice di vulnerabilità per l'intrusione di acqua di mare si ottiene con la seguente espressione.

$$GALDIT - INDEX = \frac{\sum_{i=1}^6 \{(W_i)R_i\}}{\sum_{i=1}^6 W_i} \quad (5)$$

TABELLA 63: CLASSI DI VULNERABILITÀ

Sr. No.	GALDIT- INDEX	Classe di vulnerabilità
1	≥7,5	Alta
2	5÷7,5	Media
3	<5	Bassa

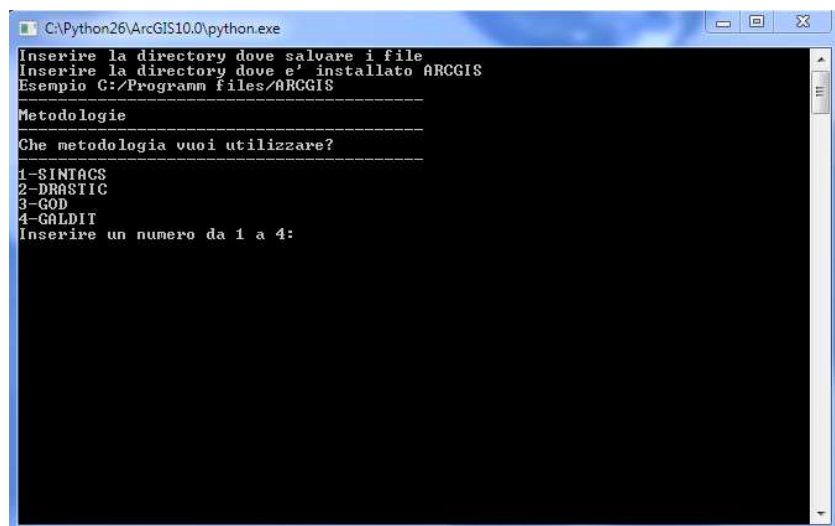
Più alto è l'indice, maggiore è l'intrusione di acqua di mare potenziale. L'indice GALDIT fornisce solo uno strumento di analisi e non è progettato per fornire risposte assolute.



15.1.5. PYTHON E IL SOFTWARE PER CALCOLARE LA VULNERABILITÀ CON SINTACS, DRASTIC, GOD, E GALDIT

Tutte le metodologie sono state analizzate in dettaglio e convertite in un script che ha come sorgente le librerie del software proprietario ArcGIS della ESRI. Il software è stato scritto in Python che è perfettamente integrabile nell'ambiente ArcGIS. Inoltre Python è un linguaggio di programmazione dinamico orientato agli oggetti utilizzabile, oltre che in ArcGIS, anche in molti altri tipi di software; poichè offre un valido supporto all'integrazione con altri linguaggi. Python è stato ideato da Guido van Rossum all'inizio degli anni novanta.

Il pacchetto software implementato è costituito da uno script principale che costituisce il main program e da altri quattro script (Figura 208), uno per ciascuna metodologia. Attraverso una serie di richieste all'utente vengono create le carte intermedie giungendo al termine dello script alla determinazione della mappa finale rappresentativa della metodologia.



```
C:\Python26\ArcGIS10.0\python.exe
Inserire la directory dove salvare i file
Inserire la directory dove e' installato ARCGIS
Esempio C:/Programm files/ARCGIS
-----
Metodologie
-----
Che metodologia vuoi utilizzare?
-----
1-SINTACS
2-DRASTIC
3-GOD
4-GALDIT
Inserire un numero da 1 a 4:
```

FIGURA 208: MAIN PROGRAM

Prima di scegliere la metodologia il software necessita di sapere l'ubicazione della cartella dove salvare i file e la cartella dove è installata la libreria dei comandi di ArcGis. Il software richiede all'utente o di indicargli lo shapefile di riferimento del parametro considerato o il relativo raster, nel caso in cui questo fosse già stato creato (Figura 209).



```
Hydrogeological inverse balance
-----
Insert directory where save files
Insert directory where ArcGIS has been installed
Example C:/Program files/ARCGIS
-----
Elevation
-----
Which is file type?
-----
1-Elevation raster
2-Elevation point shapefile
Insert a number between 1 to 2:
```

FIGURA 209: RICHIESTA DI INPUT DELLO SHAPEFILE O DEL RASTER

Se viene scelto il raster si apre una finestra di esplora risorse per caricare il file invece nel caso di uno shapefile il software chiede all'utente quale sia il campo dello shapefile con il valore da trasformare in raster e la relativa dimensione della cella (Figura 210).

```
Hydrogeological inverse balance
-----
Insert directory where save files
Insert directory where ArcGIS has been installed
Example C:/Program files/ARCGIS
-----
Elevation
-----
Which is file type?
-----
1-Elevation raster
2-Elevation point shapefile
Insert a number between 1 to 2:2
Open elevation point shapefile
Available fields
FID
Shape
POINTID
GRID_CODE
Which field do you want to use?:GRID_CODE
Which is the cell dimension:50
```

FIGURA 210: RICHIESTA DEL CAMPO DA TRASFORMARE IN RASTER E DELLA RELATIVA DIMENSIONE DELLA CELLA

Lo script permette nel caso di aggiornamenti o se si acquisisce un dettaglio più elevato dei dati di input di reiterare l'operazione al fine di migliorare la cartografia.



16. CONCLUSION & GUIDE LINES



