

The logo for MAKO features a stylized fin icon on the left, composed of three overlapping geometric shapes in shades of blue and grey. To the right of the icon, the word "MAKO" is written in a large, light blue, sans-serif font.

MAKO

Progettazione di pinne da apnea che riducono i dolori ai piedi e sistema di sgancio rapido con pale intercambiabili



Politecnico di Milano
Scuola del Design | CdLM in Design & Engineering | Elaborato di Tesi
Laureando: Andreas Anedda | Relatore: Riccardo Gatti



Politecnico di Milano
Scuola del Design
CdLM in Design & Engineering
A.A. 2012 / 2013
Elaborato di Tesi
Laureando: Andreas Anedda | 781302
Relatore: Riccardo Gatti

Abstract

Questa tesi si propone di affrontare la progettazione di un oggetto apparentemente molto semplice ma che nasconde in verità moltissimi aspetti complessi: le pinne. Durante questo progetto l'intento è quello di risolvere un problema riconosciuto dagli utenti ma non dalla comunità scientifica, ossia quello dei dolori creati dall'utilizzo delle pinne. Dopo aver dimostrato che il problema esiste effettivamente ed aver affrontato una ricerca a tutto campo, illustrando ogni aspetto del prodotto, l'obiettivo è riuscire nella progettazione di un paio di pinne in grado di ridurre il dolore causato dalla pinneggiata, ma allo stesso tempo risolvere altri problemi legati all'usabilità del prodotto, in particolare l'entrata e l'uscita dall'acqua in contesti differenti. Per far ciò ci si è affidati ad alcune intuizioni che sono poi state verificate empiricamente, ma allo stesso tempo esiste una fortissima componente di User Centered Design, in cui si è chiesto l'aiuto degli utenti, con questionari ma anche con una forte dose di osservazione diretta ed indiretta, in maniera da estrapolare gli aspetti più critici di quest'oggetto.

Il risultato di questo processo di progettazione sono le Mako, delle pinne che attraverso un ausilio dorsale permettono di ridurre i dolori dovuti alla pinneggiata. La pala invece è montata su un meccanismo a sgancio rapido, che permette di staccarle rapidamente ed uscire agilmente dall'acqua, trasformando le pinne in scarpette da scoglio. Questo sistema permette di poter agganciare qualunque tipo di pala alla scarpetta, lasciando quindi totale libertà di scelta, trasformando le Mako in una piattaforma editabile dall'utente, aspetto molto importante nel mondo della pesca in apnea, dove l'artigianato e l'autoproduzione costituiscono un aspetto estremamente importante

Un particolare grazie a tutti coloro che mi hanno aiutato nella stesura di questa tesi, in particolare al mio relatore, il Professor Riccardo Gatti, che mi ha permesso di sviluppare un tema a me caro, facendosi trovare sempre disponibile con consigli ed idee azzeccate.

Un grazie di cuore va alla mia famiglia, che ha permesso tutto questo, sopportandomi e supportandomi in questi 5 anni di università. Grazie

Un grazie va senza dubbio a Teresa, con la quale ci siamo sostenuti a vicenda in questi mesi, e che si è sempre fatta trovare lì, pronta ad aiutarmi nei momenti di bisogno, sostenendomi e dandomi fiducia. Grazie

Un grazie va a tutti i miei amici, che mi hanno visto sparire in questi ultimi mesi di stesura della tesi. Non vi preoccupate, sono ancora vivo.

Un grazie a Furman O'Dell, senior designer dell'azienda BOA, che mi ha fornito tutti i componenti necessari alla costruzione del prototipo della scarpetta. Grazie

Un grazie va a tutte quelle persone che ho contattato e mi hanno sempre cordialmente ricevuto per aiutarmi nella stesura di questa tesi, in particolare la Professoressa Ferraro, la Professoressa Barbara Del Curto e il Professor Alberto Cigada. Grazie

Un grazie va anche ai membri del forum italiano di PescaSub&Apnea, in particolare al direttore Claudio Basili, per l'aiuto datomi rispondendo alle mie domande facendosi trovare sempre molto disponibili.

Grazie

Indice

Prima Parte

| | |
|-------------------------------|---------|
| 0 - Introduzione..... | Pag. 16 |
| 1 - Il Nuoto in Apnea..... | Pag. 20 |
| 1.1 - Lo Snorkeling..... | Pag. 22 |
| Descrizione | |
| La Maschera | |
| Il Boccaglio | |
| 1.2 - La Pesca Subacquea..... | Pag. 25 |
| Descrizione | |
| Normative | |
| Mappatura dell'Attrezzatura | |
| Il Fucile Subacqueo | |
| La Muta | |
| La Boa di Segnalazione | |
| 1.3 - L'Apnea Sportiva..... | Pag. 35 |
| Descrizione | |
| Una storia tutta italiana | |
| 1.4 - Utente..... | Pag. 38 |
| Individuazione | |
| Le esigenze | |
| 1.5 - Contesto..... | Pag. 40 |
| Salinità | |
| Pressione | |
| Anfibio | |

| | |
|-------------------------------------|---------|
| 1.6 - Ingresso in acqua..... | Pag. 42 |
| Dal Litoraneo | |
| Dalla Barca | |
| Tragitto | |
| 2 - La Pinna..... | Pag. 44 |
| 2.1 - Descrizione approfondita..... | Pag. 46 |
| La Scarpetta | |
| Il Collegamento Pala-Scarpetta | |
| La Pala | |
| 2.2 - Mappatura Pinne..... | Pag. 52 |
| Le Pinne a Scarpetta | |
| Le Pinne a Sottana | |
| Pinne da Snorkeling | |
| Pinne da Sub | |
| Pinne da Apnea e Pesca Sub | |
| Pinne tecniche da Profondità | |
| Pinne da Allenamento in Piscina | |
| Monopinne | |
| 2.3 - Calzatura Full Foot..... | Pag. 57 |
| Descrizione | |
| Caratteristiche | |
| 2.4 - Calzatura Open Heel..... | Pag. 59 |
| Descrizione | |
| Caratteristiche | |

| | | | |
|---|----------------|-------------------------------------|-----------------|
| 2.5 - Calzari..... | Pag. 60 | Sesso degli intervistati | |
| Descrizione | | Età degli intervistati | |
| Funzione | | Attività Svolte | |
| 2.6 - Cenni storici..... | Pag. 62 | Frequenza delle attività | |
| Storia | | Percezione dei dolori | |
| Tradizione Italiana | | Tipologia dei dolori | |
| 2.7 - Stato dell'arte..... | Pag. 66 | Zone Colpite | |
| Idrodinamica | | Eventuali tentativi di risoluzione | |
| Materiali Utilizzati | | Utilizzo di Calzari | |
| Usabilità | | Momenti Problematici | |
| La Monopinna | | | |
| 3 - Tecnologie Produttive..... | Pag. 70 | | |
| 3.1 - Pinne Monomateriche..... | Pag. 72 | | |
| Tecnologie e Processi Produttivi | | | |
| Materiali | | | |
| 3.2 - Pinne Composite..... | Pag. 74 | | |
| Tecnologie e Processi Produttivi | | | |
| Aspetto Artigianale | | | |
| 3.3 - Altre Produzioni..... | Pag. 76 | | |
| L'evoluzione della Monopinna | | | |
| 4 - Anatomia..... | Pag. 78 | | |
| 4.1 - Anatomia del piede e della Caviglia..... | Pag. 80 | | |
| Descrizione Generale | | | |
| Il Tarso | | | |
| Il Metatarso | | | |
| Le Falangi | | | |
| L'articolazione della Caviglia | | | |
| I Legamenti della Caviglia | | | |
| 4.2 - Muscolatura della Caviglia..... | Pag. 86 | | |
| Muscoli della Gamba e del Piede | | | |
| Movimenti del Piede | | | |
| Movimenti della Gamba | | | |
| 5 - La Pinnegiata..... | Pag. 92 | | |
| 5.1 - Descrizione dei movimenti..... | Pag. 94 | | |
| Fase di Andata | | | |
| Fase di Ritorno | | | |
| Principali Muscoli partecipanti al movimento | | | |
| 5.2 - I Problemi dell'Utente: risultati questionario..... | Pag. 98 | | |
| Introduzione | | | |
| Descrizione del Questionario | | | |
| | | 6 - Le Patologie..... | Pag. 108 |
| | | 6.1 - Patologie da Sfregamento..... | Pag. 110 |
| | | Escoriazioni | |
| | | Bolle | |
| | | 6.2 - Patologie Muscolari..... | Pag. 112 |
| | | Crampi | |
| | | Infiammazioni Muscolari | |
| | | 6.3 - Patologie Articolari..... | Pag. 115 |
| | | Caviglia | |
| | | Dita dei piedi | |
| | | 7 - Briefing..... | Pag. 118 |
| | | 7.1 - Sintesi della Ricerca..... | Pag. 120 |
| | | Suddivisione in categorie | |
| | | Mappatura delle idee | |
| | | 7.2 - Brief di progetto..... | Pag. 124 |
| | | Breve Descrizione | |
| | | Schematizzazione del Brief | |

Seconda parte

| | |
|---|--|
| 8 - ConceptPag. 128 | |
| 8.1 - Meccanismo.....Pag. 130 | |
| Idee | |
| Problematiche Riscontrate | |
| 8.2 - Ergonomia.....Pag. 132 | |
| Descrizione del processo di sperimentazione | |
| Esempi di sperimentazione | |
| 9 - Il Progetto MakoPag. 136 | |
| 9.1 - Descrizione Generale.....Pag. 138 | |
| Descrizione | |
| Viste Generali | |
| 9.2 - Funzionamento.....Pag. 142 | |
| Storyboard di funzionamento | |
| 10 - La ScarpettaPag. 146 | |
| 10.1 - Descrizione.....Pag. 148 | |
| Descrizione | |
| Viste Generali | |
| 10.2 - L'Ausilio.....Pag. 152 | |
| Ispirazione | |
| Descrizione | |
| Movimento delle Stecchette | |
| Materiali | |
| 10.3 - Trasmissione dell'energia.....Pag. 156 | |
| Distribuzione dello sforzo | |
| Simulazioni su Modello Semplificato | |
| 10.4 - Gli attacchi.....Pag. 160 | |
| Disposizione | |
| Gli inviti | |
| 10.4 - La Suola.....Pag. 162 | |
| Conformazione | |
| Camminata | |
| Gestione delle taglie | |
| 10.5 - Tessuti.....Pag. 166 | |
| Descrizione degli accoppiamenti di tessuto | |
| Neoprene | |
| Altri Tessuti | |
| Cuciture e Assemblaggio | |
| 10.6 - Sistema di Chiusura.....Pag. 174 | |
| Zip di Chiusura | |
| BOA Closure Sstem | |
| 10.7 - Manutenzione.....Pag. 180 | |
| Drenaggio Acqua | |
| Lavaggio | |
| 10.8 - Sviluppi Futuri.....Pag. 182 | |
| Utilizzo senza le Pale Mako | |
| Adattabilità | |
| 11 - Il MeccanismoPag. 184 | |
| 11.1 - Descrizione.....Pag. 186 | |
| Descrizione | |
| Viste Generali | |
| 11.2 - Funzionamento.....Pag. 190 | |
| L'aggancio Principale | |
| L'aggancio Posteriore | |
| L'attacco della Pala | |
| 11.3 - Manutenzione.....Pag. 200 | |
| Lavaggio | |
| Regolazione | |
| 11.4 Possibili Sviluppi.....Pag. 202 | |
| Intercambiabilità Pala | |
| Rigidità delle Stecchette | |
| Problematiche delle Taglie | |
| 12 - EngineeringPag. 206 | |
| 12.1 - Mappatura Componenti.....Pag. 208 | |
| Panopia dell'assieme smontato | |
| 12.2 - Lamiere.....Pag. 210 | |
| Descrizione Materiali e Processi Produttivi | |
| Calcolo dei costi | |
| Problemi relativi alla Corrosione | |
| Selezione dei Materiali | |
| 12.3 - Fresatura.....Pag. 216 | |
| Braccetti | |
| Guida Distanziale | |
| Leva eccentrica | |
| Supporto Meccanismo Posteriore | |
| Espulsore | |
| 12.4 - Assemblaggio.....Pag. 224 | |
| Fasi di Assemblaggio | |

| | |
|---------------------------------|----------|
| 12.5 - Calcoli Strutturali..... | Pag. 234 |
| Stesura dei Dati | |
| Semplificazione Grafica | |
| Calcoli per Sforzo occasionale | |
| Calcoli per Sforzo a Fatica | |

| | |
|-----------------------|----------|
| 13 - Conclusioni..... | Pag. 238 |
|-----------------------|----------|

| | |
|--------------------|----------|
| 14 - Allegati..... | Pag. 240 |
|--------------------|----------|

- . Dati Questionario
- . Tavole Tecniche

| | |
|-----------------------------|----------|
| 15 - Indici aggiuntivi..... | Pag. 256 |
|-----------------------------|----------|

- . Indice delle immagini
- . Indice degli schemi

| | |
|-----------------------|----------|
| 16 -Bibliografia..... | Pag. 260 |
|-----------------------|----------|

- . Libri
- . Articoli
- . Sitografia



Prima Parte

O

Introduzione

Mare. Attraverso queste quattro lettere si esprime uno dei concetti più ampi e vasti che l'uomo può immaginare. Il mare rappresenta per l'essere umano un mondo affascinante ma allo stesso tempo incute timore e rispetto. La forza dell'oceano e le difficoltà che si creano nelle sue profondità hanno portato l'uomo ad aver esplorato maggiormente la superficie lunare rispetto alle profondità dei nostri oceani. Non conosciamo praticamente nulla di ciò che si nasconde nelle profondità dell'oceano, ma possiamo dedurre che la maggior parte della biomassa del pianeta Terra si nasconde nelle profondità dei mari

del nostro pianeta.

Le acque costiere rappresentano quindi l'interfaccia tra l'uomo e l'ambiente marino, l'unico luogo in cui possiamo facilmente ammirare questo ecosistema così ricco e vasto. Per far ciò dobbiamo però attrezzarci per trovare un rimedio ai limiti che l'evoluzione ha posto all'essere umano e utilizzare quindi l'ingegno per costruire gli strumenti necessari all'esplorazione dell'ambiente marino.

I limiti ai quali siamo sottoposti sono molti: non possiamo respirare sott'acqua, non possiamo vedere, i nostri movimenti sono goffi e lenti. A tutto ciò abbiamo però posto un rimedio, con forse un pizzico di aiuto da madre natura. Molte teorie infatti

Fig. 1: Il fascino dell' ambiente marino, dove forme e colori si muovono liberamente nella tridimensionalità dell' acqua.





Fig.2

credono in un concetto chiamato "la scimmia acquatica"^[1], ossia che l'essere umano moderno derivi da un primate che in passato si sia adattato a vivere nell'ambiente acquatico. Possediamo infatti molti caratteri in comune con i mammiferi marini, quali la comunicazione o il riflesso d'immersione, siamo gli unici primati a possedere delle membrane tra le dita, che facilitano il nuoto, siamo in grado di mantenere il respiro sott'acqua anche più di alcuni mammiferi marini e addirittura i neonati nascono già con la capacità di nuotare e non con quella di camminare. Quindi il fascino che proviamo nei confronti del mare non

è del tutto inspiegabile, ma può forse nascere da qualcosa di molto più antico di quanto possiamo credere.

Naturalmente queste sono solo teorie e alla fine dei giochi l'uomo ha dovuto comunque operare l'ingegno per riuscire ad esplorare il mare. Abbiamo costruito tutti gli strumenti necessari per porre fine ai nostri limiti fisici: Maschere per poter vedere sott'acqua, bombole per poter respirare, mute per non sentire il freddo e pinne per poterci muovere rapidi ed agili nella tridimensionalità del mare.

Ed è proprio alla progettazione di questo ultimo strumento che abbiamo dedicato questa tesi. Le pinne infatti permettono all'uomo di muoversi rapido ed agile

nell'ambiente acquatico, aumentando l'efficienza dello sforzo fisico durante il nuoto.

In questa tesi affronteremo lo sviluppo di un paio di pinne da apnea e pesca subacquea, cercando di trovare soluzioni ad alcuni limiti di quest'oggetto, legati soprattutto all'usabilità e al comfort di utilizzo, non andando per cui a toccare argomenti di stampo più ingegneristico come l'idrodinamica e i materiali della pala, ma intervenendo principalmente sul modo di indossare le pinne e la maniera in cui queste si rapportano con l'essere umano prima, durante e dopo l'utilizzo. Per far ciò dovremo prima esplorare, interpretare e poi rielaborare l'oggetto nella forma in

cui si presenta oggi-giorno, analizzando le differenti tipologie.

E' importante poi specificare che il campo in cui andremo a lavorare è quello dell'apnea e della pesca subacquea e non quello delle immersioni con le bombole, anche se qualche accenno a questa disciplina sarà necessario per la completezza della fase di ricerca.

Fig.3



Fig.3: La pesca in apnea è forse una dei più forti esempi di integrazione e rispetto tra l'uomo e l'ambiente naturale in cui egli si muove e caccia.

[1] Mermaids: The Body Found, 2012, Discovery Channel

Fig. 2: L'uomo prova un immenso fascino nei confronti del mare, e cerca di esplorarlo utilizzando ogni mezzo a disposizione

1

Nuoto in Apnea

Il nuoto in apnea si associa a moltissime attività fisiche: dalla pesca subacquea, allo snorkeling, fino ad attività più agonistiche come il freediving² e discipline olimpiche. Durante questo progetto ci concentreremo però sulle esigenze della pesca subacquea ed eventualmente del freediving. Esploreremo tutto il mondo che riguarda l'oggetto che permette queste attività, ossia la pinna. Per questo motivo, alcuni riferimenti al mondo dello scuba-diving potranno essere necessari, in quanto rappresenta un'importante fetta del mercato delle pinne. Analizzando le attività sopraccitate sarà possibile capire le necessità che l'u-

tente riscontra durante l'esecuzione della pesca subacquea e dell'apnea sportiva, considerandole come attività anfibie in quanto presentano momenti fuori e dentro l'acqua.

Procederemo quindi prima descrivendo in maniera generale le attività analizzate, per poi procedere con l'analisi dell'utente e del contesto.

Procederemo seguendo un ordine crescente di livello di specializzazione del nuoto in apnea, partendo dallo snorkeling, l'attività più popolare, passando dalla pesca subacquea, fino all'apnea sportiva, massima espressione del nuoto in apnea.

² Per Freediving si intende una particolare tecnica di immersione che prevede il tuffo e la successiva emersione senza l'utilizzo di nessun tipo di ausilio alla respirazione, contando quindi sulla sola abilità dell'atleta nel mantenere il fiato

Fig.4: Il lamantino è un mammifero acquatico che esegue in apnea ogni tipo di attività, dal dormire al partorire la prole





Fig.5

Lo Snorkeling

Lo snorkeling è un'attività sportiva che prevede immersioni in acqua con l'ausilio di attrezzature specifiche, quali maschera, boccaglio e pinne. Questi sono gli oggetti base che vengono utilizzati durante l'attività di snorkeling.

Il termine deriva dall'inglese "snorkel" ossia boccaglio, ad indicare la possibilità di rimanere con la testa e lo sguardo sott'acqua grazie alla maschera ed il boccaglio, che permette la respirazione sotto lo strato superficiale dell'acqua.

Questa possibilità data dagli strumenti che abbiamo elencato precedentemente ha creato un nuovo modo di

vivere il mare, ossia quello di vedere cosa si nasconde sotto la superficie, esplorare i fondali potendo vedere e muoversi con più agilità di quante se ne abbia sulla terra ferma. Infatti nuotando si ha la possibilità di sfruttare la terza dimensione dello spazio, ossia muoversi in verticale, risalire in superficie, esplorare i fondali, muoversi come un animale marino.

Lo snorkeling ha quindi portato alla creazione di un nuovo tipo di turismo, incentrato sull'ammirazione della vita marina.

Vediamo però più nel dettaglio l'attrezzatura utilizzata durante lo snorkeling. Durante quest'attività si tende a puntare su oggetti più basilari e meno costosi rispetto

alle attività più professionali come il freediving e la pesca subacquea.

Il primo oggetto necessario allo snorkeling è la maschera subacquea, un componente fondamentale poiché permette di avere una corretta visione in ambiente acquatico mantenendo uno spessore di aria tra occhio e ambiente circostante eliminando così la innaturale situazione di visione appannata e di fastidiosa irritazione determinata dall'acqua negli occhi, soprattutto in ambiente marino con l'acqua salata. È composto da una parte in gomma o silicone e una parte trasparente, in vetro o plexiglas, che permette l'annullamento del fenomeno di rifrazione, e quindi di messa a fuoco dietro la retina, che determina la

visione sfocata che si ha immergendosi sott'acqua senza l'ausilio di mezzi di correzione. Per contro si ha una visione ingrandita degli oggetti e dell'ambiente osservati di circa 1/3. La maschera, oltre a coprire occhi e naso, dovrebbe avere la parte che ricopre quest'ultimo sagomata in modo da permettere l'esecuzione di manovre di compensazione e avere la parte in vetro o plexiglas piana, in modo da ridurre le distorsioni. Le parti principali sono: lenti in vetro infrangibile e antigraffio; corpo in silicone adattabile alla forma del viso; montatura rigida, di solito in materiale plastico, che aderisca bene al corpo; cinghia in silicone o gomma che permetta la regolazione.



Fig.6

Fig.5: La nascita dello snorkeling ha permesso a chiunque di poter esplorare i fondali marini ed apprezzarne la bellezza e le ricchezze naturali di questo magnifico ambiente

Fig.6: La maschera da sub è il primo oggetto che viene in mente pensando al mondo delle immersioni subacquee, in quanto rappresenta l'interfaccia visiva tra la persona e l'ambiente circostante

Un aeratore (o anche snorkel o bocaglio) è un tubo di gomma o plastica che permette di respirare aria tenendo la testa immersa nell'acqua. Consiste normalmente in un tubo di circa 30 centimetri di lunghezza, piegato a forma di J, con un'imboccatura confortevole e costruito in gomma e plastica. È utilizzato tipicamente durante le immersioni in apnea e lo snorkeling per poter osservare agevolmente il fondo marino. Il modello più comune di aeratore consiste in un semplice tubo cavo che si riempie d'acqua durante l'immersione; al momento dell'emersione sarà cura dell'apneista espellerla dal tubo tramite una brusca espirazione nell'imboccatura. Alcuni

modelli hanno una valvola sulla parte inferiore dell'imboccatura che permette la fuoriuscita di una piccola quantità d'acqua verso il basso al momento dell'espirazione, non permettendo però il riflusso di questa al momento dell'inspirazione. Altri modelli ancora hanno una valvola a galleggiante sulla cima del tubo che evita il riempirsi dello stesso al momento dell'immersione. La lunghezza massima del tubo è di circa 50 centimetri; questo per via del fatto che un tubo maggiore posizionerebbe i polmoni ad una pressione più bassa rispetto a quella dell'imboccatura del tubo, non permettendo la respirazione se non in modo molto faticoso.



Fig.8

Fig.8: Esempio di un classico bocaglio con valvola anti ristagno.



Fig.9

La Pesca Subacquea

La Pesca subacquea è una attività di pesca effettuata con tecniche di immersione. Può essere effettuata con attrezzi e strumenti diversi come retini, raffi, ganci, rastrelli e con il fucile subacqueo, ed è, a seconda dei casi, effettuata con finalità di carattere sia sportivo che commerciale. La pesca subacquea sportiva oggi viene effettuata esclusivamente in apnea, è stata una attività che a partire dagli anni cinquanta ha stimolato e contribuito allo sviluppo di tutte le attività subacquee moderne. Inizialmente veniva svolta sia in apnea che con le bombole, e negli anni settanta la

Regione Sardegna^[3], ed in seguito tutte le regioni italiane, hanno vietato l'uso degli apparecchi di respirazione, consentendola solo ed esclusivamente per quella professionale. Può essere svolta sia in acque salate che in acque dolci, quindi mare, fiume e lago. La finalità è quella di catturare o raccogliere specie ittiche commestibili, quindi pesci, crostacei, molluschi, bivalvi, echinodermi, coralli e spugne. È una delle specialità o variazioni delle attività subacquee ed è tra queste l'unica ad avere in Italia una legge specifica di regolamentazione. È evidente come il carattere sportivo e professionistico di questa attività aumenti notevolmente il valore aggiunto

³ Decreto di normativa della pesca in apnea ricreativa del ministro delle politiche agricole forestali e alimentari, Art. 3 D.M. 1/6/1987, n. 249

Fig.9: La pesca subacquea è senza dubbio la tipologia di pesca più rispettosa della natura, in quanto il pescatore seleziona esclusivamente una preda di notevoli dimensioni, non interferendo nello sviluppo degli esemplari più piccoli.



Fig.10

dei prodotti rispetto a quelli del classico snorkeling, in quanto il pescatore subacqueo esegue quest'attività come una vera e propria passione e a volte anche a fini agonistici o commerciali. Eseguire pesca subacquea senza nessun tipo di allenamento risulta estremamente difficile, in quanto non si riescono ad eseguire le più comuni tecniche di pesca, che richiedono ottime capacità di mantenere il fiato e di autocontrollo.

Il pescatore subacqueo rimarrà in acqua molto più a lungo e di conseguenza avrà attrezzature differenti rispetto allo snorkeling. La maschera sarà di fattura molto più pregiata rispetto alla

classica maschera da snorkeling, ed è di fondamentale importanza l'inserimento tra le attrezzature d'obbligo della muta in neoprene per l'isolamento termico. Le lunghe permanenze in acqua durante un'uscita di pesca sub comportano l'utilizzo di questo indumento, che permette di non subire gli effetti della temperatura, permettendo una maggior permanenza in acqua e quindi un tempo di pesca più prolungato. Inoltre bisogna aggiungere senza dubbio il fucile da pesca, e altra attrezzatura ausiliaria, come il pallone da sub, la cinta con i pesi, il coltello e la torcia. L'incremento di attrezzatura comporta naturalmente un impegno economico da parte dell'utente molto elevato, e ciò

Fig.10: La pesca sub richiede un'elevata tecnica e un ottimo allenamento fisico. Anche la conoscenza dell'ambiente marino è di vitale importanza.

permette alle aziende di offrire prodotti di ottima fattura che non scendono a compromessi in termini di performance e materiali utilizzati.

Nella pagina seguente vedremo nel dettaglio l'attrezzatura da pesca sub, ma è necessario soffermarci un momento su un oggetto in particolare dell'attrezzatura, ossia le pinne. Una battuta di pesca può durare anche 6 o 7 ore, e di conseguenza le pinne diventano fondamentali, e devono far risparmiare energia, aumentando l'efficienza del materiale. Le pinne devono essere però anche molto confortevoli, evitando la formazione di irritazioni ed abrasioni, che altrimenti corromperebbero le performance di qualunque atleta si trovi ad

affrontare il dolore provocato dallo strisciamento. Insieme al fucile da pesca è infatti l'oggetto più sviluppato dalle aziende ma che allo stesso tempo presenta moltissime criticità. Ed è proprio per questo motivo che durante questa tesi ci occuperemo di pinne da apnea, ricordandoci della fondamentale importanza di differenziarle dalle classiche pinne da snorkeling, che non hanno nulla a che vedere con i prodotti altamente tecnologici venduti anche a cifre considerevoli ^[4].



Fig.11

Fig.11: Le pinne permettono lo spostamento in mare e la possibilità di muoversi comodamente e rapidamente raggiungendo profondità elevate, ma anche permettendo spostamenti di diversi chilometri.



Maschera

Boccaglio

Cappuccio

Muta

Guanti

Pettorina

Piombi

Coltello

Boa di segnalazione

Fucile

Calzari

Pinne

Attrezzatura Fondamentale

- La maschera abbiamo già detto come presenti materiali di ottima fattura e un ottimo comfort di utilizzo. Deve adattarsi perfettamente alla forma del viso, e quindi spesso una marca non è compatibile con le forme di una persona mentre un'altra marca risulta perfetta.

- Il boccaglio lo abbiamo descritto in precedenza

- Il cappuccio della muta è facoltativo, ma mantiene calda la testa, punto di maggior scambio termico, ed evita la comparsa di infiammazioni all'orecchio.

- La muta, i guanti e i calzari isolano termicamente il corpo, prolungando la permanenza in acqua

- I piombi contrastano la forza di galleggiamento della muta

- Il coltello è uno strumento fondamentale, in quanto risolve situazioni pericolose quali il rimanere impigliati, ma serve anche a uccidere rapidamente una preda per evitarne la sofferenza.

- La boa di segnalazione è obbligatoria per legge, e serve appunto a segnalare la presenza di un sub sotto la superficie. In questo modo, per lo meno in teoria, le barche dovrebbero rimanere almeno a 50 metri dal pallone, per evitare spiacevoli incidenti, che però purtroppo accadono costantemente.

- Il fucile è lo strumento di caccia, il fulcro di questa attività. Ne esistono moltissimi modelli diversi per tecniche diverse.

- Infine le pinne, mezzo di locomozione e punto focale di questa tesi.

Fig.12

Fig.12: Le attrezzature da pesca sub risultano essere molto costose, in quanto si tratta di strumenti estremamente tecnici



Fig.13

Fig.13: Le attrezzature più avanzate permettono di catturare prede importanti, che altrimenti non sarebbero da prendere in considerazione in quanto sottoporrebbero gli strumenti a sforzi eccessivi e conseguentemente alla rottura di questi.

L'attrezzatura appena vista è un esempio di kit da pesca molto completo. E' anche vero che gli strumenti necessari possono essere ridotti a 3 in particolare (oltre alla maschera, il boccaglio e le pinne): Il fucile, la muta e il pallone di segnalazione. Questi strumenti, insieme al coltello, sono sicuramente gli strumenti essenziali e per questo motivo verranno descritti in maniera più approfondita.

Il Fucile Subacqueo

Il fucile subacqueo è uno strumento di pesca ideato per catturare specie ittiche prevalentemente in movimento ed utilizzato per praticare la pesca subacquea. Comunemente definito "fucile subacqueo", ma in realtà non ha molto in comune con le armi da fuoco, se non la forma, somigliando nella funzione piuttosto a strumenti di cattura come la balestra o l'arco. Con il fucile viene scoccata un'asta, utilizzando come mezzo di propulsione l'aria compressa o degli elastici in lattice. La gittata massima è di 4-5 metri nei modelli più lunghi, ma a tale distanza il tiro è già molto debole e rischia di far fallire la cattura, perciò si preferisce tentare il tiro a distanza più ravvicinata. All'asta può essere montato tramite filettatura posta all'estremità a seconda delle esigenze e delle tipologie di pesce da catturare, sia una fiocina, generalmente a tre o a cinque punte, che un arpione. Solitamente la fiocina si utilizza nella pesca in tana e comunque nelle tecniche di pesca che richiedono tiri ravvicinati in cui non si ri-

cerca la precisione del tiro. Le asta con arpione, denominata thaitiana se uniforme e sprovvista di filettatura, viene solitamente impiegata per la Pesca all'aspetto perché garantisce maggiore precisione e gittata del tiro. Esistono tre tipologie di fucile: quello ad elastico, l'oleopneumatico ed a molla. Il fucile a molla elicoidale, è ormai finito in disuso. Questo fucile funzionava grazie ad una molla in acciaio montata all'interno del fusto del fucile. Esso comunque non viene più utilizzato per il suo eccessivo ingombro e per la lentezza di uscita dell'asta. Il fucile ad elastico, comunemente conosciuto come arbalete, è un attrezzo capace di tiri di buone velocità, asso-

ciati alla silenziosità, determinante per non allarmare le specie nella zona. Con l'arbalete si utilizzano aste dal diametro variabile dagli usuali 6/6,5 mm ai 7 mm. Pur essendo il fucile più usato dagli apneisti, l'arbalete presenta l'inconveniente di essere difficilmente manovrabile in acqua a causa delle sue notevoli dimensioni (dai 55 ai 130 cm di lunghezza). Per riuscire a muoversi con dimestichezza utilizzando un arbalete, senza sprecare energie e senza fare rumore, è necessaria infatti una certa dose d'esperienza. Esiste anche un tipo di arbalete speciale, denominato roller, che sfrutta un sistema di rotelle poste nella testata del fucile in modo da aumentare la corsa degli elastici e dunque le



Fig.14

Fig.14: I fucili C4 sono senza dubbio il top del mercato commerciale. Costituiti da una monoscocca in carbonio garantiscono un'ottima manovrabilità e un grandissima potenza di tiro.



Fig.15

prestazioni. Il fucile pneumatico invece sfrutta la velocità di espansione dell'aria compressa contenuta al suo interno per lanciare un'asta di acciaio dal diametro di 7/8 mm verso il bersaglio. Questo fucile è meno preciso e più rumoroso dell'arbaletes, ma, con un'adeguata pressione di precarica, può imprimere una maggiore energia cinetica all'asta.

Ogni fucile dispone di un'asta collegata ad esso tramite una sagola, eventualmente abbinata ad un mulinello situato sotto il fusto del fucile, utilizzato soprattutto per la cattura di pesci di grosse dimensioni (che una volta colpiti fuggono trascinando con sé la

sagola) ma anche per evitare di lasciare il fucile sul fondo quando l'asta rimane incastrata.

Ad ogni immersione si dispone di un'unica possibilità di tiro ed un eventuale errore determina quasi sempre la fuga del pesce e l'impossibilità di ritentare immediatamente il tiro. Nella sportività di questa disciplina ha un ruolo importante il fatto di confrontarsi con la preda disponendo di questo unico tiro da effettuare entro un breve lasso di tempo, per non rischiare la propria vita protraendo eccessivamente l'apnea ^[5].

5 Sono stati inventati fucili con tiri multipli, che garantirebbero una maggiore possibilità di cattura, ma il forte spirito sportivo intrinseco a questa disciplina ha sempre contrastato lo sviluppo di questa tecnologia.

Fig.15: Gli arbaletes sono spesso oggetto di rivisitazioni e progettazioni artigianali, cercando di creare degli strumenti adatti ad ogni persona.



Fig.16

La muta subacquea

Una muta subacquea è un indumento impermeabile e termoisolante necessario nelle immersioni subacquee per resistere al freddo. Diversamente da quanto accade nell'aria, un essere umano immerso in acqua perde calore molto rapidamente anche in acque non molto fredde, e non è in grado di riscaldarsi da solo. Muoversi in acqua per riscaldarsi con il calore generato dal lavoro dei muscoli, infatti, porta solo a disperdere più calore di quello prodotto per via della grande capacità termica dell'acqua. Poiché una generica immersione dura da un quarto d'ora ad alcune ore, salvo

casi particolari, chiunque debba restare in acqua per periodi prolungati non può fare a meno di una muta di qualche tipo. Esistono molti tipi diversi di muta, a seconda soprattutto di quale temperatura dell'acqua si prevede di incontrare. Di conseguenza cambieranno lo spessore ed il materiale della muta, in modo da trattenere maggior calore durante l'immersione. Esistono anche alcuni sistemi posti sul collo e sugli arti che impediscono all'acqua di penetrare all'interno, in modo da mantenere asciutto l'apneista e quindi aumentare il tempo d' immersione. Anche il colore gioca un ruolo importante, in quanto aumenta la possibilità di confondersi con il fondale.

Fig.16: Trova l'intruso. Un ottimo mimetismo permette di nascondersi e passare inosservato. In questo modo è possibile emettere richiami ed attirare i pesci più grandi, che spinti da un forte istinto territoriale verranno a controllare cosa ha emesso questi rumori.



Fig.17

Il pallone di segnalazione

La boa segna sub, o pallone di segnalazione, consiste in un pallone gonfiabile in materiale polimerico che serve a segnalare agli altri la presenza di un sub, un apneista o un semplice nuotatore. Il pallone è collegato al nuotatore da una sagola di lunghezza variabile tra i 20 ed i 50 metri.

Questo dispositivo è obbligatorio per legge, in quanto "difende" l'apneista dal passaggio di imbarcazioni, che sono obbligate di procedere a passo d'uomo in presenza di un pallone da sub ed ad una distanza di 100 metri. Quest'oggetto inoltre rappresenta un

punto di sicurezza per l'apneista, in quanto egli si può aggrappare al pallone in situazioni di pericolo. Il pallone di segnalazione inoltre, nel caso della pesca sub, viene utilizzato per agganciarvi il retino con il pesce pescato e la torcia. In alcuni casi la sagola del pallone viene agganciata al fucile, in maniera che nel caso venga catturato un pesce di notevoli dimensioni, si possa lasciare il fucile e riprendere fiato, visto che il pesce è ancorato al pallone ed è quindi facilmente controllabile. Segnalare la propria posizione alle barche è di fondamentale importanza, e previene incidenti mortali^{6]}, anche se purtroppo i cosiddetti "cafonauti" mietono vittime ogni anno, nonostante la boa di segnalazione.

Fig. 17: Il pallone segna sub non dovrebbe mai essere vista questa distanza. Bisogna mantenersi ad almeno 100 metri per garantire la sicurezza del Sub.

L'Apnea Sportiva

Non possiamo non parlare di quella che poi è la vera essenza del nuoto libero in mare, ossia l'apnea sportiva o freediving, finalizzata alla semplice e mera immersione nel blu senza nessun tipo di ausilio respiratorio. Questo tipo di attività sportiva, rappresenta l'approccio più professionale e scientifico all'immersione libera, in quanto richiede anni di allenamento e porta gli atleti ad immergersi a profondità elevatissime^{7]}.

L'apnea è stata la prima forma d'immersione praticata dall'uomo e rappresenta ancor oggi il modo più istintivo di andare sott'acqua. La possibilità di immergersi in apnea si fonda sull'adattamento fisiologico chiamato "riflesso d'immersione". Si definisce riflesso di immersione un insieme di reazioni del sistema cardiovascolare e respiratorio che hanno luogo in tutti i mammiferi, soprattutto marini (balene, foche), al momento dell'immersione del volto nell'acqua e che sono finalizzate alla riduzione del consumo di ossigeno dell'organismo.

Tra le reazioni vi sono: riduzione del battito cardiaco (bradicardia), vasocostrizione periferica e concentrazione del sangue in alcuni organi, principalmente cuore e cervello, aumento medio della pressione arteriosa.

La rapidità e intensità del riflesso è inversamente proporzionale alla temperatura dell'acqua: più questa è fredda, più le reazioni descritte sono forti. In caso di immersione in profondità ha luogo un ulteriore effetto detto scostamento ematico: il sangue viene richiamato



Fig.18

7 Esistono varie discipline, ma il record assoluto appartiene a Goran Colak, che il 28 giugno scese a 281 metri nella categoria assetto dinamico con pinne.

Fig. 18: Fase di riscaldamento vicino la superficie di un atleta che si appresta ad eseguire una discesa in assetto statico senza pinne.

all'interno dei polmoni, per compensare l'aumento della pressione esterna e impedirne il collasso.

Il riflesso d'immersione è sorprendentemente sviluppato nell'uomo, sebbene non sia un animale prevalentemente acquatico, e ha portato alla ideazione di teorie per le quali l'uomo si sia evoluto a partire da un primate che viveva in ambienti acquatici.

Questa predisposizione al nuoto in apnea ha portato l'uomo a sviluppare tutte quelle attività citate precedentemente, ma il fascino esercitato dalla pura apnea rimane incredibilmente vivo nelle persone. In particolare l'Italia, essendo un paese prevalentemente costiero, ha una lunga e forte tradizione di apneisti famosi, di cui Pellizzari si fa portavoce. Senza entrare nei dettagli delle tecniche respiratorie e gli allenamenti specifici effettuati durante l'apnea, bisogna dire che, essendo l'apnea sportiva l'espressione più elevata del nuoto in immersione, è in questo sport che vengono sviluppate le principali innovazioni tecnologiche nel mondo del nuoto sottomarino, e rappresenta quindi il più alto livello di stato dell'arte per quanto riguarda i prodotti precedentemente analizzati e quindi un punto di riferimento per la progettazione successiva.

Fig.19: La libertà di movimenti espressa del nuoto in apnea non ha eguali.





Fig.20

Utente

Per riuscire a progettare in maniera corretta e necessario definire per chi si sta progettando, ossia quali utenti utilizzeranno i prodotti che verranno disegnati, seguendo i principi dello User Centered Design [8].

Per far ciò il designer deve decidere quale tipologia di prodotto si vuole disegnare, se un prodotto dall'alto valore aggiunto, quindi pensato per utenti esperti e professionisti, oppure oggetti semplici ed economici, pensati per gli utenti più comuni.

Nel nostro caso stiamo parlando di pinne, con l'obiettivo di eliminare i dolori che affliggono gli utilizzatori di questo prodotto. Di conseguenza

non si progetterà per persone che usano l'oggetto sporadicamente, ma per coloro che necessitano delle pinne per svolgere attività professionistiche o sportive. Stiamo parlando di apneisti professionisti, pescatori subacquei, e perché no di persone che necessitano delle pinne come strumento di lavoro. Le pinne però hanno forme che variano rispetto all'utilizzo che svolgono, quindi ogni utente necessiterà di un particolare tipo di pinna.

Definire quindi un utente medio risulta molto complicato, ma potremo riassumerlo in una persona attiva fisicamente che necessita le pinne per attività che richiedono molto tempo in acqua, e che di conseguenza hanno bisogno di un

oggetto dalle ottime prestazioni ed un comfort elevato, anche a discapito di un prezzo abbordabile.

Sta di fatto che le attrezzature subacquee, in particolare quelle per la pesca sub, presentano un alto valore aggiunto di materiali per arrivare alle massime performance. L'utente medio che acquista questo genere di attrezzatura non cura molto l'aspetto del risparmio economico, mettendo in primo piano la qualità dei prodotti che acquista.

Esiste inoltre un altro aspetto dell'utenza in questione che può essere rilevante: l'artigianalità è infatti molto presente nel mondo della pesca sub, e l'autoproduzione è un fattore da tenere fortemente in considerazione. Moltissimi pescatori

sub infatti, preferiscono costruirsi i propri fucili montando componenti provenienti da case produttive diverse, per ottenere un risultato che secondo loro si adatta perfettamente alle loro esigenze o addirittura fabbricandoli da zero. Anche per quanto riguarda le pinne, gli utenti sono molto esigenti, e non si fanno problemi a cambiare modello di pinna nel caso questa non soddisfi i propri standard di performance e comfort.

Questo aspetto va tenuto notevolmente in considerazione, in quanto orienta la progettazione verso oggetti riparabili e costumizzabili, per adattarsi alle esigenze più svariate.

Fig.21



Fig.21: Allenamento, pazienza, tecnica e amore per il mare sono le caratteristiche che accumulano tutti i pescatori subacquei

8 Anselmi L., Il Design di prodotto oggi. Progettare con gli utenti: gli elettromedicali, 2010

Fig.20: Sportivo accanito e appassionato, il pescatore subacqueo fa della sua passione uno stile di vita.

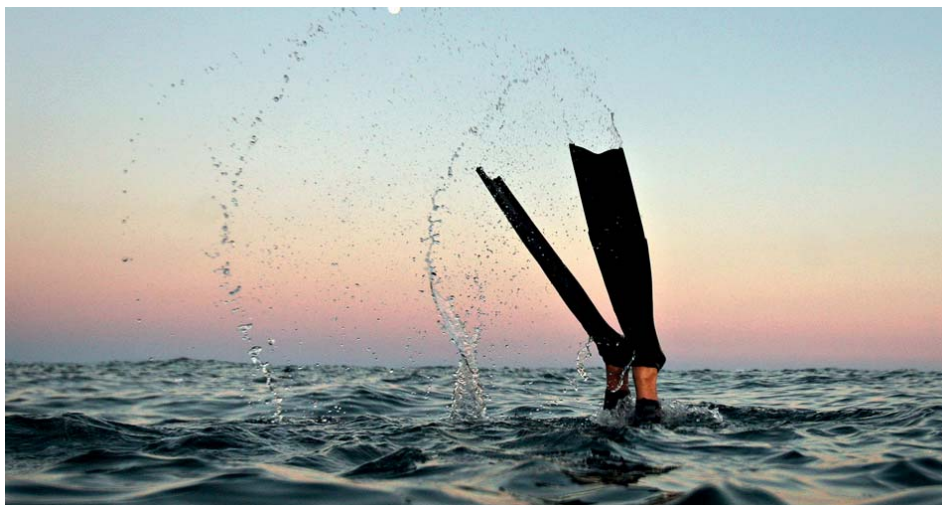


Fig.22

Contesto

Parlare di contesto per quanto riguarda l'utilizzo delle pinne risulta più complesso di quanto si possa immaginare. Si potrebbe pensare di generalizzare l'ambiente di utilizzo delle pinne al mondo acquatico, ma si commetterebbe un grave errore. Infatti, come per gli utenti, esistono vari situazioni in cui le pinne possono operare. Temperature, pressione, correnti sono solo alcune variabili che intervengono nel contesto acquatico, e bisogna considerare il fatto che le pinne operano in un ambiente anfibio, in quanto vengono spesso indossate fuori dall'acqua, ed operano quindi per un periodo più o meno breve

all'asciutto.

Analizziamo adesso quali sono quindi le variabili principali dell'ambiente in cui operano le pinne.

Salinità

La prima distinzione che bisogna fare quando si parla di un ambiente acquatico è sicuramente quella di discernere se stiamo parlando di acqua dolce o salata e quindi capire le conseguenze che ciò comporta sull'utente e sui prodotti che egli indossa.

Alcuni materiali non saranno idonei all'utilizzo sia in acqua dolce che salata, e quindi questo è un fattore da tenere in

considerazione in fase di progettazione. Anche il galleggiamento sarà differente, in quanto l'acqua salata è più densa e quindi consente un galleggiamento più facile ma allo stesso tempo aumenta la difficoltà di immersione.

Temperatura

Un altro aspetto da tenere in considerazione è sicuramente quello della temperatura dell'acqua in quanto interagisce con l'utente sotto diversi punti di vista. Innanzitutto con l'abbassarsi della temperatura sarà necessario un maggior isolamento termico dell'utente rispetto all'ambiente circostante, in quanto l'acqua possiede una capacità termica molto superiore di quella dell'aria impossibilitando quindi al corpo di riscaldarsi senza l'aiuto di una muta. Esiste anche un aspetto materico, poiché molti materiali, in particolare quelli polimerici, cambiano le loro proprietà meccaniche al variare della temperatura in intervalli vicini alle temperature riscontrabili nell'ambiente acquatico, sia in acqua salata che dolce.

Pressione

Dovendo operare sotto la superficie dell'acqua, bisogna tener conto della forza che la colonna d'acqua esercita sull'utente e gli oggetti che porta con sé. Quindi maggiore è la profondità maggiore sarà l'importanza da dare allo sforzo esercitato dalla pressione.

Anfibio

Esiste inoltre un altro aspetto che bisogna considerare riguardo il contesto di utilizzo delle pinne, ossia che sono degli oggetti anfibi, che passano dall'asciutto al bagnato e viceversa, eseguendo alcune funzioni in acqua, ed altre fuori. Camminare con le pinne, tutti lo sanno, non è la cosa più semplice del mondo, questo perché la pinna è stata pensata solamente per essere utilizzata nell'ambiente acquatico, mentre quanto accade fuori dall'acqua spesso non viene considerato. Ed è per questo motivo che spesso l'inserimento delle pinne è una delle maggiori problematiche. Possiamo quindi affermare con certezza che altri ambienti di utilizzo della pinna sono sicuramente i moli, le barche, le spiagge, in cui entrano in gioco molti fattori che in acqua non sono importanti, come la sabbia ed altri oggetti che inserendosi tra il piede e la pinna risultano fastidiosi.

Successivamente si approfondirà questo aspetto analizzando il lato anfibio delle pinne. Vedremo infatti quali sono i contesti di trapasso tra il mondo terrestre e quello acquatico.

Fig.22: Le pinne sono oggetti anfibi, e di conseguenza bisogna considerare questo fattore durante la progettazione



Fig.23

Ingresso in acqua

Si ritiene importante approfondire quelli che sono i diversi punti di ingresso in acqua di un utente che indossa le pinne, per cercare illustrare le problematiche che queste situazioni comportano.

Barca

La barca è senza dubbio la piattaforma ideale dalla quale entrare e uscire dall'acqua indossando le pinne. Infatti permette all'utente di entrare direttamente in acqua alta ed evitare quindi la deambulazione con le pinne, cosa estremamente difficile, soprattutto con le pinne da apnea che sono lun-

ghe, fragili e molto costose.

L'utente quindi eseguirà una capriola dal bordo della barca passando direttamente da una posizione di seduto a nuotare nella tridimensionalità del mare. Uscendo dall'acqua invece, le pinne, insieme al fucile, vengono messi a bordo prima di risalire. Questa operazione può sembrare semplice, ma le pinne presentano sempre alcune difficoltà nell'essere sfilate in acqua.

Litoraneo

Entrare in acqua dalla costa con le pinne è sempre un'operazione estremamente ardua e a volte impossibile. Ci sono in-

fatti diversi aspetti da tenere in considerazione. Nel caso di ingresso dalla spiaggia bisogna evitare che la sabbia si inserisca tra la pinna e il calzare, perché altrimenti risulterebbe innanzi tutto scomodo durante l'utilizzo, ma andrebbe anche a rovinare sia il calzare che la pinna. Nel caso di ingresso da coste rocciose invece, il problema risiede proprio nel poter entrare in acqua, in quanto la deambulazione risulta estremamente difficile se non impossibile. Inoltre, camminare sugli scogli con i calzari in neoprene comporta una rapida rottura del calzare stesso, in quanto il neoprene non resiste ai bordi taglienti della pietra. Si deve quindi trovare un punto comodo in cui scivolare in mare

come delle foche, in modo da non dover camminare sulle pietre. Inoltre bisogna considerare il fatto che se non si dispone di un portaoggetti stagno nella boa di segnalazione, bisognerà lasciare le scarpe e altri indumenti incustoditi sulla spiaggia. Anche uscire dall'acqua risulta un'operazione complicata, anche se la spiaggia rappresenta un facile approdo.

Tragitto

Bisogna anche citare il tragitto che si effettua dal punto di arrivo fino al mare, in quanto sia per barca che per i litoranei bisogna considerare le difficoltà di trasporto della pinna.

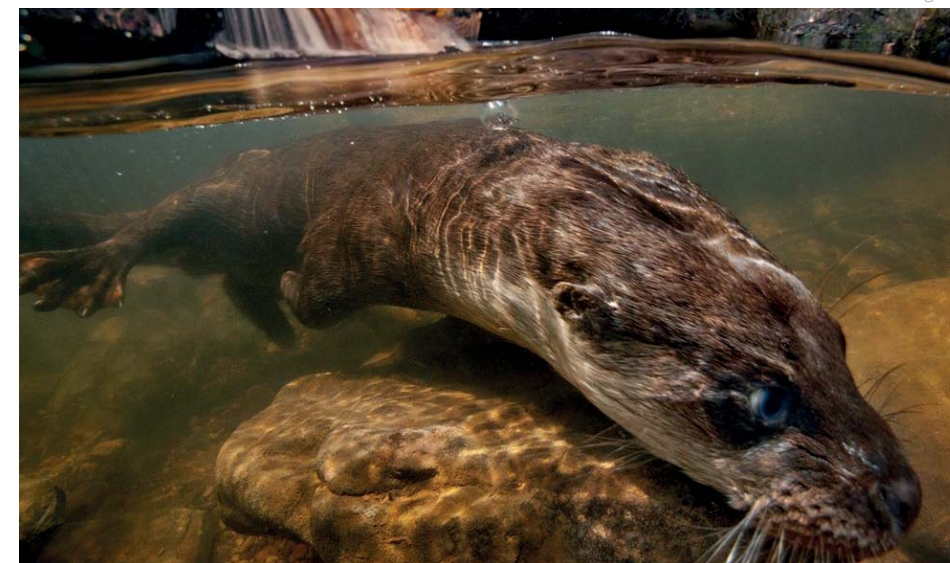


Fig.24

Fig.23: L'ingresso in acqua è una fase molto complicata di una battuta di pesca, in quanto, una volta raggiunto il luogo desiderato, bisogna passare dal mondo terrestre a quello marino.

Fig.24: non essendo l'uomo un animale acquatico, si riscontrano spesso difficoltà durante l'accesso in acqua in zone rocciose, che sono spesso le più pescose.

2

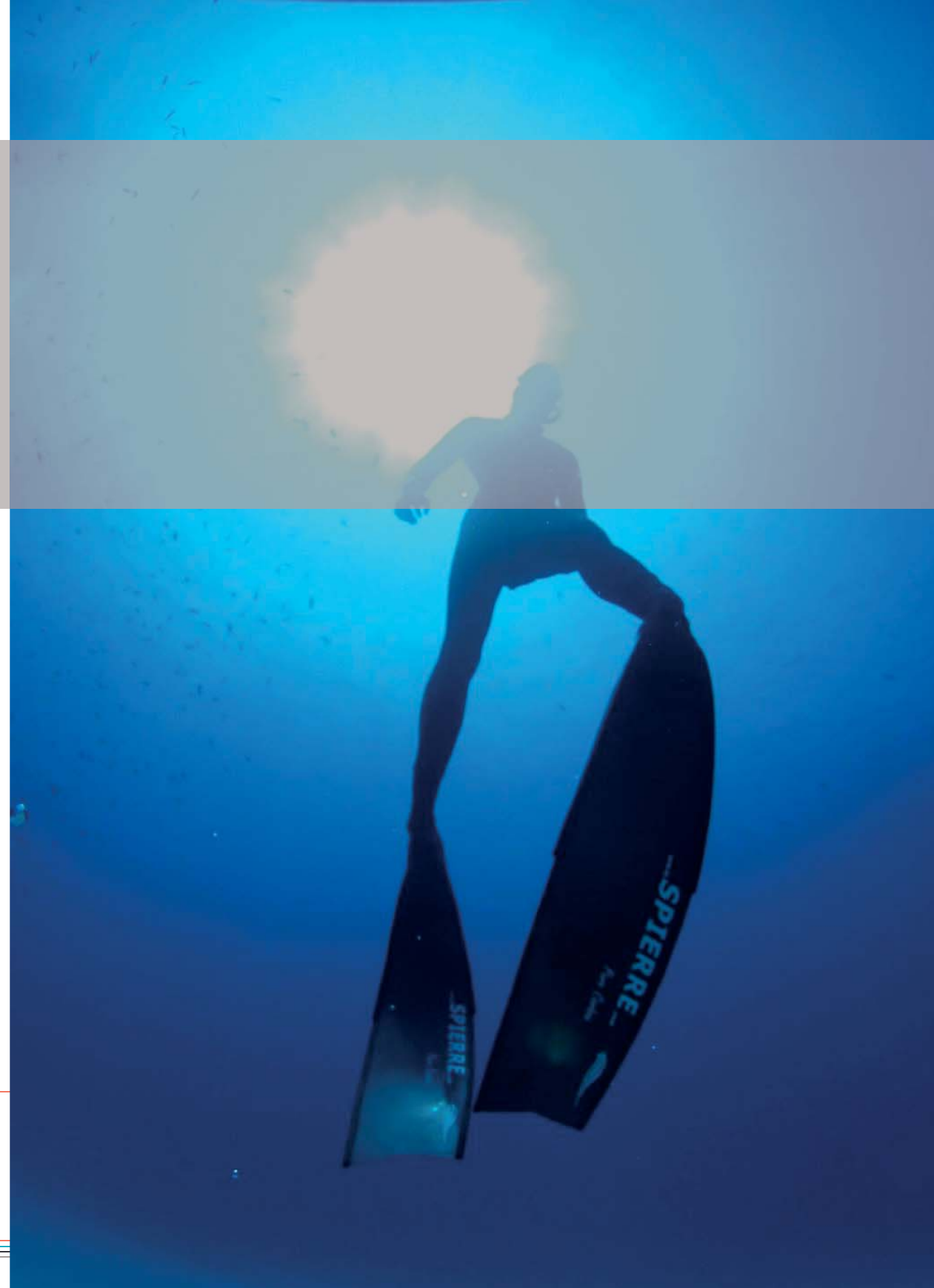
La Pinna

L'uomo fa della propria intelligenza la sua arma principale, con la quale ha potuto sopperire alle sue spiccate mancanze fisiche. L'essere umano è un animale lento, debole, non ha denti aguzzi né artigli, non può volare, non può nuotare a lungo sott'acqua. L'evoluzione ha sopperito a queste mancanze fisiche, dotando l'essere umano di un'intelligenza straordinaria che gli ha permesso di inventare e costruire tutto ciò che gli serviva per predominare sulle altre specie. Al posto dei denti e degli artigli ha inventato lance e coltelli, al posto delle ali ha inventato l'aeroplano, ed ha anche inventato le pinne per po-

terle indossare e nuotare liberamente sul fondale marino.

Ed è proprio delle pinne che parleremo in questo capitolo. Ne esistono un'infinità di modelli diversi per gli usi più svariati, come per le pinne dei pesci che necessitano forme diverse per usi diversi. Cercheremo di capirne le tecnologie produttive e i segreti che si nascondono dietro un loro corretto funzionamento, in modo da acquisire le conoscenze necessarie alla corretta progettazione di questo prodotto.

Fig.25: Le pinne permettono all'uomo di muoversi agilmente nella tridimensionalità del mare.





Descrizione approfondita

Possiamo notare come le pinne siano state fin da sempre concepite come delle calzature. Questo vincolo culturale ^[9] ha segnato lo sviluppo delle pinne dall'inizio fino ad oggi; anche se allo stato dell'arte esistono prodotti che cercano di differenziarsi da questo preconetto.

La definizione enciclopedica della pinna infatti negli sport acquatici, arnese di gomma opportunamente sagomato che, calzato ai piedi del nuotatore, serve a renderne più agevole e più veloce lo spostamento nell'acqua; nel nuoto pinnato si usa oggi più comunemente la monopinna, che viene

calzata da entrambi i piedi e consente di spostare una maggiore quantità d'acqua senza creare vortici tra le gambe" ^[10]

E' quindi evidente il richiamo alla calzatura, e questa definizione ci da inoltre alcune indicazioni di tipo materico, ossia che le pinne sono in gomma. Questo è in parte vero ma nella produzione di questi prodotti si utilizzano anche materiali molto diversi. Questi materiali vengono infatti utilizzati in parti diversi della pinna, a seconda della funzione che devono svolgere, ed è per questo motivo che possiamo dividere facilmente la pinna in due parti principali, ossia la scarpetta e la pala, ma bisogna inoltre tenere in considerazione il

collegamento tra queste parti.

In questo capitolo affronteremo appunto la descrizione delle funzionalità di questi singoli componenti e di come essi, interagendo tra di loro, permettono alla pinna di eseguire il proprio compito.

La Scarpetta

La prima parte della pinna con la quale si viene a contatto e sicuramente la scarpetta, punto di interazione tra utente ed oggetto, fulcro dell'aspetto ergonomico della pinna.

La scarpetta consiste nella maggior parte dei casi in una calzatura in mate-

riale polimerico, di diverse dimensioni, che permette il collegamento tra pala e corpo umano.

Come vedremo successivamente questa scarpetta esiste in due differenti tipologie, Full-Foot o Open-heel, ossia una scarpetta chiusa oppure una scarpetta apribile e regolabile.

Dovendo collegare saldamente il piede alla pala anche sotto sforzo, la scarpetta deve necessita di una buona aderenza al piede. Questo lavoro viene svolto in maniera diversa dalle due tipologie di scarpette: la scarpetta chiusa esiste in diverse dimensioni, a seconda della taglia del piede, e conta sull'elasticità del

Fig.26

9 Dal corso della Professoressa Lucia Rampino del primo anno di Design&Engineering, Laboratorio di Sviluppo Prodotto 1

10 Definizione tratta dall'enciclopedia Treccani

Fig.26: Questo modello della Mares rappresenta senza dubbio l'essenza della pinna da apnea, in tutta la sua semplicità. Si possono osservare le 3 parti ben separate: scarpetta, collegamento e pala.



Fig.27

Full Foot

Open Heel



Fig.28

Fig.27: Mares Razor Carbon, il prodotto top gamma della casa italiana per la categoria apnea (Full Foot)

Fig.28: Il prodotto Mares top gamma per la categoria Open-heel, la pinna X-Stream, nominata al compasso d'Oro 2011

materiale per adattarsi alle forme dei vari utenti e vincolare saldamente la pinna. Quindi la scarpetta chiusa sarà stretta intorno al piede di chi la utilizza. La scarpetta aperta invece sarà serrata a piacimento dall'utilizzatore, ma risulterà più lasca e meno solidale col piede, aumentando i problemi di strisciamento.

La scarpetta chiusa, presenta una parte posteriore che serve ad aiutare l'inserimento, mentre quella aperta è studiata per un inserimento più semplice.

La parte anteriore della scarpetta, sia in quella chiusa che in quella aperta, presenta un'apertura che permette all'acqua di entrare ma soprattutto di far fuoriuscire possibili entità che si inseriscono tra il piede e la calzatura, causando un forte disagio e spesso abrasioni. Esistono comunque delle scarpette chiuse regolabili, ma sono prodotti di nicchia.

Collegamento Pala-Scarpetta

Il collegamento tra pala e scarpetta è fondamentale, in quanto è il punto in cui viene scaricato tutto lo sforzo generato durante la pinnata. Per questo motivo la preferenza, per lo meno fino a qualche anno fa, è sempre stata quella di creare delle pinne monomateriche per garantire una miglior resistenza a fatica, visto che una separazione o una giunzione sono sempre punti fragili.

In ogni caso in corrispondenza dell'attacco tra pala e scarpetta, sia che la pinna sia monomaterica che non, sono quasi sempre presenti dei longheroni che aumentano la resistenza del prodotto allo sforzo, irrigidendo il punto di attacco ed aumentando la resistenza alla flessione che la pala subisce durante la spinta.

Come abbiamo già detto, anche se si cerca di produrre pinne monomateriche o costampate, sia per problemi strutturali che economici, esistono pinne di livello più avanzato che permettono di scollegare la pala dalla scarpetta e poter quindi cambiare le pale, aggiustarle, sostituirle o verniciarle. In questo caso, ovviamente, i longheroni rimangono vincolati alla scarpetta, e fungono da guida per l'inserimento della pala, che si collega per mezzo di due o quattro viti, poste davanti e sotto la scarpetta. Questo tipo di sistema è il più utilizzato per le pinne di alto livello, in quanto permette di poter utilizzare materiali molto avanzati per le pale mantenendo basso il costo della scarpetta. Questo sistema prevede anche lo stampaggio di piccoli componenti polimerici che servono per poter avvitare la pala.

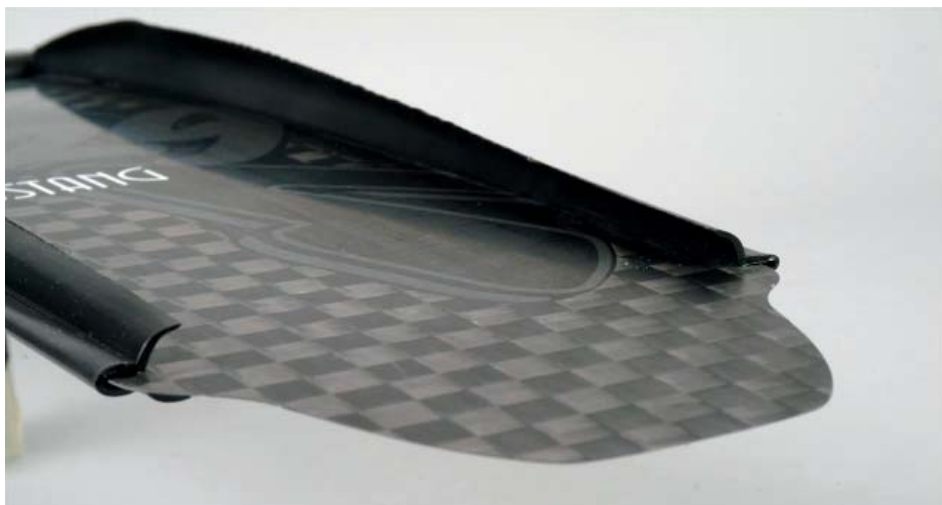


Fig.29

Pala

La pala è sicuramente il componente delle pinne che ha subito le maggiori evoluzioni durante la sua storia, in quanto l'evoluzione dell'idrodinamica ha portato a migliorare consistentemente l'efficienza del prodotto.

L'obiettivo principale di questo componente è quello di muovere la maggior quantità di acqua con il minimo sforzo possibile. Di conseguenza gli studi dei vortici e dell'idrodinamica hanno portato a migliorare il flusso del liquido lungo la superficie della pala. Forme, tagli, fori, fessure e quant'altro sono stati inseriti alla ricerca di ottene-

re il miglior risultato possibile. In particolare, ciò che influisce molto sull'efficienza della pala è sicuramente il materiale di cui questa è composta e di conseguenza la sua rigidità, variando così la quantità d'acqua spostata. Una pala morbida e corta permetterà movimenti più precisi ma meno potenti, mentre le lunghe pale rigide (anche in fibra di carbonio) tipiche dell'apnea, muoveranno moltissima acqua al minimo movimento, ma naturalmente creeranno uno sforzo maggiore per l'utilizzatore.

Questo sforzo non viene creato in maniera omogenea sulla pinna. Infatti la parte più vicina al piede non genera spinta propulsiva e di conseguenza risulta uno

Fig.29: Esempio di pala in carbonio dell'azienda italiana C4Carbon.

spreco di energia. Poche aziende ottimizzano questo tipo di problematiche, anche perché spesso le pinne devono svolgere funzioni molto diverse e la forma della pala deve adattarsi a queste esigenze.

Molte aziende permettono inoltre di sostituire o aggiungere longheroni aggiuntivi, in modo da variare l'idrodinamica della pinna. Questo perché è tipico dell'apneista e di chi pratica pesca sub, di personalizzare le pinne e ottenere il risultato che si riterrà più confortevole per quel particolare utilizzatore in base alla funzione che si dovrà svolgere. La pinna è infatti un oggetto molto personale, ed ogni utente esperto ha la propria scienza specifica, e risulta quindi molto

complesso progettare delle pinne che soddisfino un vasto range di utenza.

Questo discorso naturalmente è valido solo per una tipologia di utenza molto specializzata ed informata, come coloro che praticano pesca sub, apneisti o nuoto pinnato, perché per quanto riguarda lo snorkeling, il comfort, le prestazioni e la qualità sono largamente surclassate dalla variabile prezzo e dall'apparente tecnicità della pinna. Infatti le pinne sono spesso molto lavorate, colorate e complesse, ma l'apparenza inganna perché è stato dimostrato che poco cambia tra un modello e l'altro, a meno che non si cambi fascia di mercato.



Fig.30

Fig.30: Come per ogni cosa, l'uomo ha guardato alla natura nel progettare le pinne, andando a prendere l'ispirazione dagli animali marini che agilmente si muovono in acqua con le loro pinne, progettate dalla natura attraverso milioni di anni di evoluzione.

Mappatura Pinne

Si è deciso di approcciare l'esplorazione del mercato delle pinne in maniera differente, ossia categorizzandole in base alle funzioni che esse svolgono, cercando di mapparle visualmente, seguendo criteri di tecnicismo e valore commerciale e non eseguendo un semplice benchmarking^[11].

La prima e fondamentale divisione che ci interessa è quella della scarpetta, che orientativamente si differenzia in una calzatura a scarpetta (full foot), o a sottana (open heel).

Questi due modi di calzare le pinne effettua una prima ed importante differenza di utilizzo:

- **Le pinne a scarpetta** sono generalmente utilizzate per l'apnea, in quanto garantiscono una maggiore presa sul piede, caratteristica fondamentale, in quanto in questa attività le prestazioni ricoprono un ruolo importante. Questo tipo di calzatura però comporta una certa scomodità durante l'utilizzo e porta spesso a problematiche fisiche come crampi ed abrasioni.

Inoltre non permettono la possibilità di regolarle, e vanno prese su misura come per le scarpe normali. Questo può essere un problema in caso si debbano indossare dei calzari, che

aumentano lo spessore del piede che quindi non si adattano più alle pinne

- **Le pinne a sottana** invece permettono una maggiore comodità di inserimento. Queste presentano infatti un scarpetta aperta con un laccetto che va a chiudere sulla parte posteriore del piede. Per questo motivo vengono utilizzate per attività con le bombole, visto che per questo tipo di attività serve un maggior comfort di utilizzo. Queste pinne però presentano problematiche di stabilità, essendo il vincolo al piede meno saldo rispetto la pinna a scarpetta. Permettono inoltre l'utilizzo di vari calzari o addirittura scarponi visto che presentano la possibilità di essere regolate.

In ogni caso la separazione tra le due tipologie viene dettata dal buon senso, in quanto spesso entrambe le tipologie di calzatura permettono di adoperare sia l'una che l'altra in molte situazioni.

Dopo questa prima separazione le pinne si ramificano a seconda dell'utilizzo che ne viene fatto; le pinne infatti, a seconda della pala, possono essere concepite per svolgere funzioni ben specifiche. La forma della pala ed il comfort della calzatura si adattano a diversi scopi, cambiando forme e materiali.

Le principali categorie di pinne che pos-

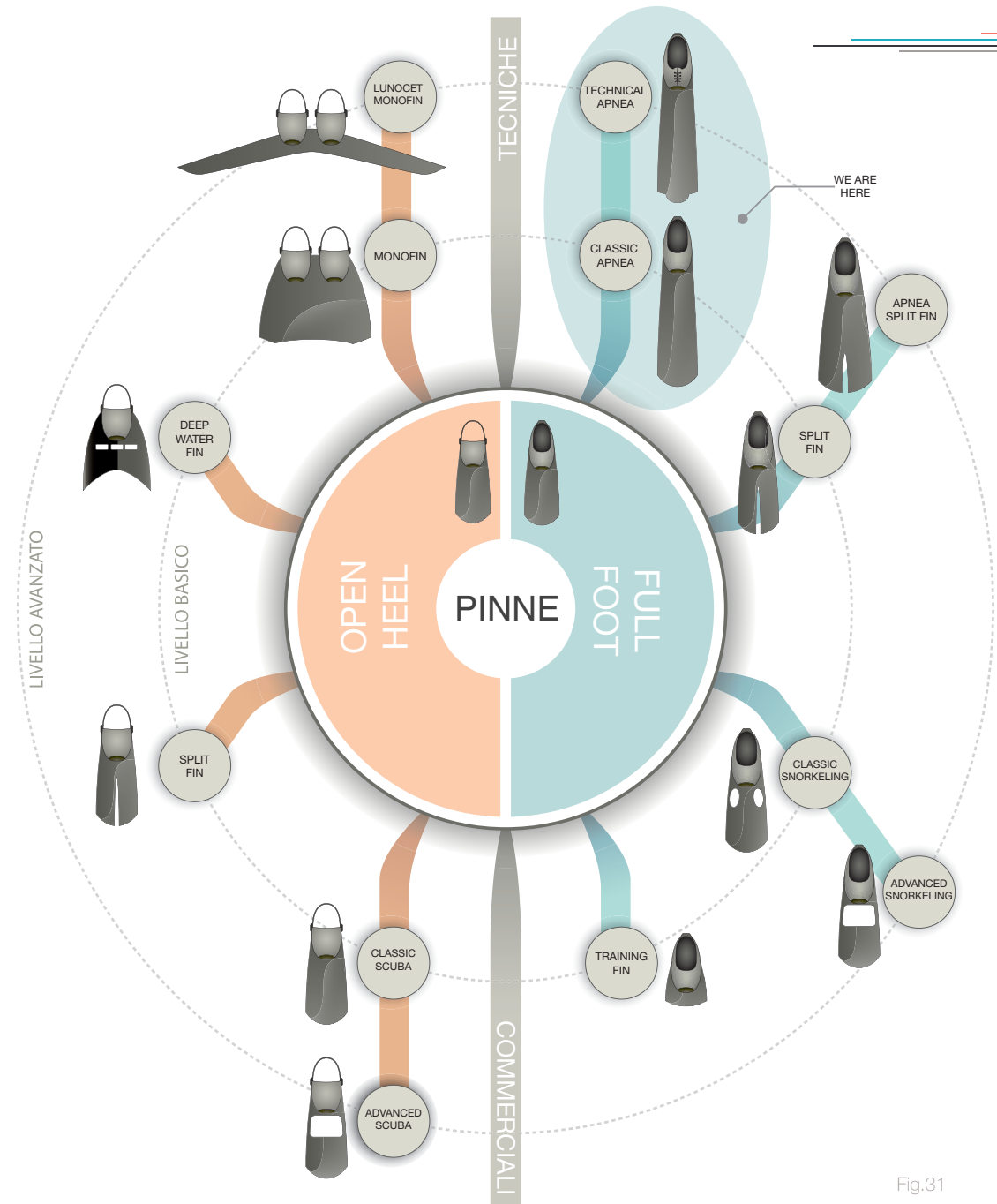


Fig.31

11 Dal corso del professor Verganti in Gestione Aziendale, del secondo anno del corso di laurea in Design del Prodotto.

Fig.31: Schema riassuntivo della suddivisione delle diverse tipologie di pinne



Fig.32



Fig.33

siamo osservare sul mercato sono le seguenti:

- Pinne da snorkeling
- Pinne da Sub
- Pinne da apnea e pesca subacquea
- Pinne tecniche da profondità
- Pinne da piscina
- Monopinne

Le pinne da snorkeling sono le classiche pinne che si possono trovare in qualsiasi negozio di sport o addirittura al supermercato. Sono pinne dai materiali poveri, fatte per costare poco ed avere un compromesso tra prezzo, prestazioni e comfort. In alcuni casi queste pinne presentano alcune

innovazioni, come studi di trasportabilità o migliori nelle prestazioni.

Le pinne da Sub sono invece le classiche pinne da immersione con bombole. Presentano spesso una scarpetta a sottana, molto più comoda da calzare quando si hanno chili di attrezzatura sulle spalle, e sono inoltre adattabili a diversi tipi di calzari. Presentano una pala morbida in quanto durante il loro utilizzo non è richiesta particolare attenzione alle prestazioni, ma si cerca di modulare il movimento ed effettuare operazioni lente e precise.

Sia per le pinne da Sub che da snorkeling sta prendendo piede il concetto di split fin, ossia di pinne che presentano un ta-

glio longitudinale alla pala, che aumenta la spinta rispetto alla forza esercitata durante la pinneggiata e aumenta la precisione del movimento, riducendo le turbolenze di flusso.

Le pinne da apnea presentano invece delle pale molto lunghe e rigide, in quanto devono permettere il massimo rapporto tra energia utilizzata e movimento effettuato. Questo tipo di pinna presenta molto spesso pale intercambiabili, in quanto le pale sono in materiale rigido e a volte fragile, come la fibra di carbonio o la vetroresina.

Per le pinne da profondità si intendono invece quelle pinne da Sub che

attraverso alcuni studi idrodinamici presentano una pala tridimensionale, che permette diversi tipi di pinneggiata, come quella a rana, oltre la pinneggiata classica fluttuante. Queste pinne garantiscono un'estrema precisione dei movimenti ed eliminano lo sforzo in fase di kick up ^[12], in maniera da ridurre l'energia consumata e prolungare la permanenza dell'utilizzatore sul fondo marino. Sono spesso usate da operatori tecnici che devono poter rimanere a lungo in immersione per compiere riparazioni e lavori subacquei in genere.

Le pinne da piscina invece sono delle piccole pinne, molto corte, che vogliono leggermente aumentare la spinta del



Fig.34

Fig.32: Classico esempio di pinna da snorkeling, prodotta come componente unico.

Fig.33: Pinna da scuba-diving, con la classica apertura a sottana.

12 Vedi pag.95

Fig.34: Nel corso del tempo l'uomo ha inventato le pinne più disparate, cercando nuove forme e nuove idee per migliorare il prodotto e le sue performance.



Fig.35

piele in acqua durante l'allenamento in piscina. Vengono a volte usate dagli atleti per aumentare lo sforzo muscolare ed allenare maggiormente i muscoli della coscia o in caso di riabilitazione post-trauma.

Le **monopinne** sono una categoria che sta avendo molto successo, ed è entrata anche tra gli sport olimpici. La monopinna è una grande pala collegata ad entrambi i piedi dell'utilizzatore che si muove nell'acqua ondeggiando. Questa pala è spesso composta da materiali molto rigidi come fibra di carbonio e vetroresina, in quanto deve garantire ottime prestazioni. L'aspetto

emotivo della monopinna è molto forte, in quanto permette di muoversi come un animale marino ed ispira quindi molto i progettisti, che hanno creato prodotti dal valore aggiunto molto elevato, inserendo tecnologie avanzate sia sul livello dei materiali, che sui cinematismi che aumentano la potenza trasmessa all'acqua ed ottimizzano l'idrodinamica dell'oggetto. Come si può quindi immaginare, il numero di attività eseguibili con le pinne è proporzionale alla quantità di diversi modelli specifici. Tutte le pinne però hanno in comune il fatto di doversi collegare in qualche modo al corpo umano, e ciò avviene, in maniera simile per ogni modello di pinna, con una scarpetta che viene in-

dossata dall'utente. Per una questione di vincoli culturali, la scarpetta, come dice anche il nome, sempre stata ricollegata alle calzature da passeggio, perfette per camminare, ma forse non proprio idonee per nuotare.

Calzata Full Foot

Questo primo di calzatura è probabilmente il più diffuso tra le pinne, in quanto prevede un pezzo unico che crea la scarpetta e la struttura principale della pinna, compresi i longheroni, se presenti, o in molti modelli anche la pala. Questo tipo di calzatura è il più diffuso per quanto riguarda le pinne da apnea e da snorkeling, in quanto è il meno costoso e forse il più efficace durante l'utilizzo in quanto permette una perfetta aderenza tra il piede e la pinna.

La scarpetta presenta quindi tutti i pregi e i difetti di una scarpa classica, come per esempio misure differenti che si adattano meglio alle varie taglie di piede. La parte anteriore della scarpetta presenta nella maggior parte dei casi un'apertura per le dita, che permette il reflusso dell'acqua e della sabbia nel caso queste si inseriscano all'interno della calzatura durante l'inserimento del piede, causando notevole fastidio. Nella parte posteriore è spesso presente una linguetta che dovrebbe facilitare l'inserimento della pinna.

Come dicevamo, la scarpetta in materiale elastomerico permette una presa



Fig.36

Fig.36: Atleta che utilizza una monopinna.

Fig.36: Descrizione delle principali parti di una pinna Full Foot.



Fig.37

salda sul piede, ma questo comporta anche alcuni problemi. Infatti, se la scarpetta infonde un senso di comfort e sicurezza iniziale, lo sfregamento porta spesso ad abrasioni sulla parti esterne e posteriori del tarso.

Bisogna però riscontrare che la scarpetta classica full foot impedisce in ogni caso lo sfilamento accidentale della pinna, oltre a garantire un risparmio economico non indifferente per quanto riguarda i costi di produzione. Le varie taglie la rendono ideale per l'apnea e le attività sportive, in quanto gli utenti possono scegliere la misura a loro più idonea. Esistono delle varianti della scarpetta classica. Dobbiamo

citare una in particolare, ossia, la scarpetta con i lacci. In questo caso viene importato ancora di più il concetto classico di scarpa nel mondo delle pinne. Molti modelli presentano la possibilità di aggiungere a posteriori i lacci.

Alcune aziende hanno sviluppato l'idea di collegare la pala ad una scarpetta da bicicletta, per sfruttarne il comfort maggiore rispetto a una pinna normale.

Queste caratteristiche si adattano bene ad un certo tipo di utilizzo che non richiede l'uso di attrezzature pesanti come nelle immersioni sub, in quanto il modo di infilarsi questo tipo di pinne risulta scomodo e difficoltoso quando si hanno molti chili di attrezzatura sulle spalle.

Calzata Open Heel

L'altra tipologia principale di scarpetta è quella detta a sottana o open heel. Questa prevede una parte anteriore simile alla scarpetta classica, ma la parte posteriore invece è aperta, e il piede viene bloccato attraverso un laccetto che chiudendosi blocca il piede.

Questo laccetto è quasi sempre regolabile e permette alla pinna di adattarsi a diverse misure di piede, rendendo più economica e versatile la produzione.

Questo tipo di scarpetta presenta un forte accento sulla comodità durante l'inserimento, infatti è pensata più che altro per gli scuba-divers, in quanto questi devono poter inserire le pinne in maniera facile e veloce, visto che devono portarsi sulle spalle molti chili di attrezzatura, ed è quindi molto importante effettuare pochi movimenti che devono essere particolarmente rapidi e semplici.

La pinna, se risulta comoda durante l'inserimento, diventa poco confortevole durante l'utilizzo, in quanto la pinna "balla" e oscilla lateralmente, visto che il vincolo non è saldo come quello della scarpetta intera e soggetto all'errore umano.

Questo problema è ridotto dal fatto che durante le immersioni con le bombole i movimenti sono lenti, riducendo quindi il fastidio creato dall'oscillazione. Il problema cresce col passare del tempo trascorso sott'acqua: infatti col passare



Fig.38

Fig.38: Descrizione delle parti principali di una pinna Open heel

Fig.37: Sporasub ha prodotto le pinne Revolution, che usano una scarpetta da bici per aumentare il comfort del prodotto.



Fig.39

dei minuti e delle ore, questi piccoli movimenti creano vesciche sui piedi, dando moltissimo fastidio e generando forti dolori ai piedi.

D'altro canto, un vincolo troppo saldo creerebbe una costrizione del piede e quindi problemi legati alla circolazione del sangue.

I Calzari

Un compagno fedele delle pinne sono sicuramente i calzari, ossia delle vere e proprie calze o scarpette in neoprene che completano la muta da sub. Oltre a migliorare l'isolamento termico dell'utilizzatore, questi supplementi ri-

ducono i fastidi legati allo struscio delle pinne.

Come per le mute, esistono di vari spessori, e di conseguenza bisogna sempre tener conto di ciò quando si acquistano delle pinne di una determinata taglia. Il problema per le scarpette open heel non sussiste, in quanto posseggono un sistema di regolazione. Invece per le scarpette classiche bisogna considerare delle taglie in più, in quanto i calzari occupano un determinato spazio. Il problema sta nel fatto che non sempre è necessario l'uso di calzari, quindi delle scarpette classiche risultano inutili se non utilizzate con o senza i calzari, a seconda della taglia che si è acquistata. Delle pinne troppo larghe

infatti si sfileranno molto facilmente durante un'immersione, mentre delle pinne troppo strette causeranno forti dolori al piede, causati dalla costrizione e con una conseguente cattiva circolazione del sangue.

Detto ciò, i calzari rimangono un prodotto indispensabile nel kit di un sub o un pescatore e ne esistono molte tipologie differenti. Alcuni sono delle vere e proprie scarpe e fungono quindi da veri e propri anfibi, e vengono spesso utilizzati dai corpi militari; più che dei calzari sono dei veri e propri scarponi. Altri invece sono costituiti da solo neoprene, e sono quelli utilizzati dagli apneisti, che hanno molta più libertà di movimento al

momento di prepararsi per l'immersione. Questo tipo di calzari però presenta una spiccata fragilità, e spesso al primo utilizzo improprio si rovinano.

Il calzare classico per le immersioni rimane una calza in neoprene comprendente di suola, ma con dimensioni molto ridotte in modo da potersi adattare facilmente alle pinne.



Fig.40

Fig.39: Esempio di calzari Mares con suola in gomma e caviglia bassa

Fig.40: esempio di calzari in neoprene CressiSub, senza suola ma con superficie anti-scivolo nella parte inferiore del calzare.

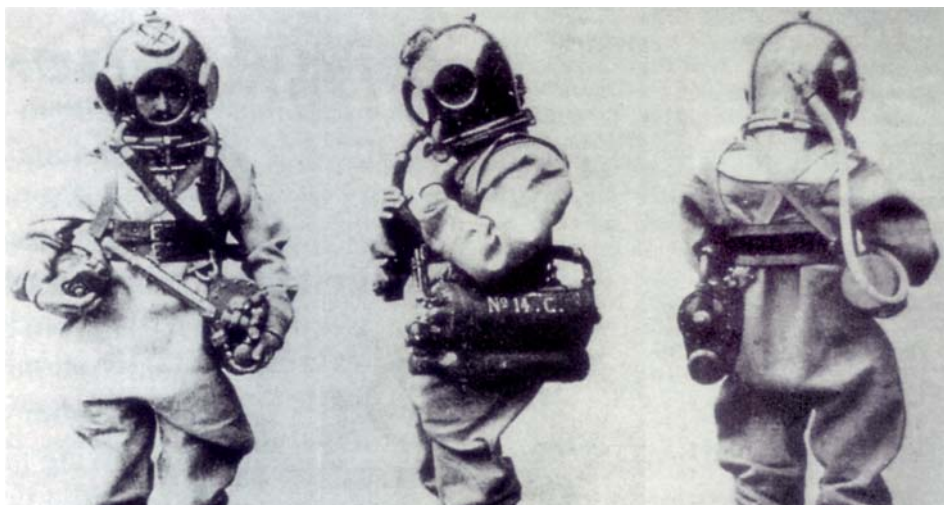


Fig.41

Cenni Storici

A differenza di quanto si possa pensare, le pinne sono un'invenzione molto più recente di quanto si creda.

Le prime idee di proporre un sistema di propulsione subacqueo nascono già ai tempi di Leonardo Da Vinci, che studia un sistema di propulsione subacqueo legato però agli arti superiori. Il genio italiano disegna delle mani palmate, dei guanti, che possano aiutare il nuotatore nello spostarsi nei suoi movimenti sottomarini.

A parte Leonardo Da Vinci, ci sono molti esempi di come gli inventori del passato pensassero a come poter spostare l'essere umano sotto la su-

perficie dell'acqua. La grande differenza tra il genio di Leonardo e gli altri, sta nel fatto che Da Vinci pensò un sistema di propulsione legato al nuoto, mentre tutti gli altri cercavano di far camminare le proprie invenzioni sul fondo marino, ossia traslavano il moto terrestre all'ambiente acquatico, dotando i "sommizzatori" di pesi e zavorre per tenerli ancorati al fondale.

Il secondo grande pensiero eseguito sulla locomozione sottomarina lo fece Borelli nel 1680, quando pensò ad un sistema di scarpe palmate dotate di artigli in grado di muoversi sul fondale marino. Anche in questa invenzione si nota come l'uomo cercasse di far camminare i sommozza-

tori invece di nuotare.

Questa impostazione ha portato ad una lunga serie di esperimenti con annessi fallimenti, in particolare in ambito militare, per riuscire a far muovere agilmente le persone nell'acqua come se fossero pesci.

Per arrivare a dei risultati soddisfacenti bisogna però spostarsi nel tempo fino ad arrivare agli inizi del ventesimo secolo.

Infatti in questo periodo iniziano le prime esplorazioni sottomarine grazie all'invenzione dello scafandro, inventato nel 1775 dall'abate francese Jean Baptiste de la Chapelle, ma inizia a riscuotere successo a partire dalla seconda metà del diciannovesimo secolo ^[13].

È in questo periodo che Louis De Corlieu, inventa nel 1914 il primo vero e proprio paio di pinne da sub. Il Capitain de Corvette della marina francese esegue in questo anno la prima dimostrazione della sua invenzione, che consisteva in un kit di pinne per mani e piedi. Il suo brevetto viene registrato nel 1933, sotto il nome di "propulseurs de natation et de sauvetage", ossia "propulsori per il nuoto ed il salvataggio" ^[x].

L'invenzione però prende piede in corrispondenza di altri due avvenimenti: il primo è l'imposizione del nuoto come lo conosciamo oggi, in cui si cerca di ottenere un movimento armonico e sincronizzato, permettendo di ottenere la massima resa dalle pinne. Il secondo avvenimento è l'invenzione della plastica, che permise di ottenere la forma

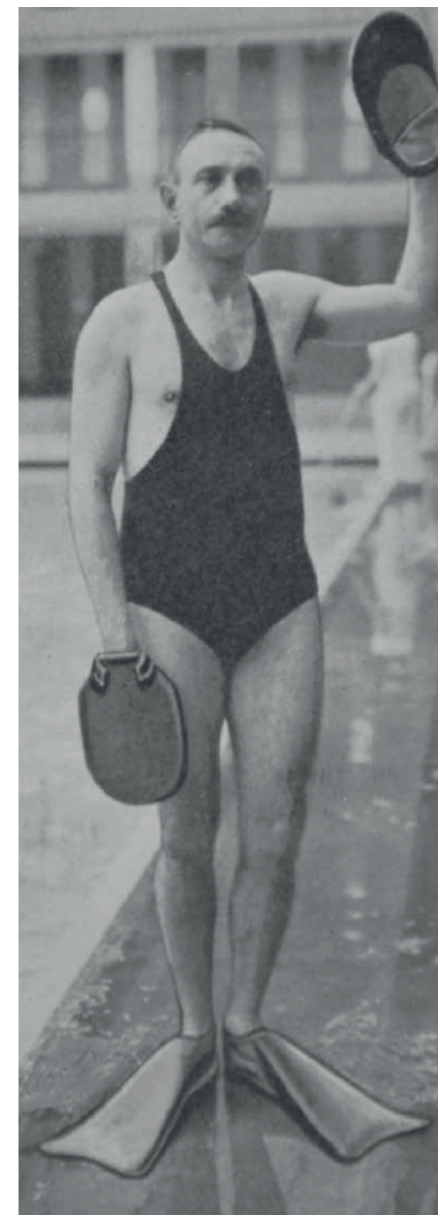


Fig.42

x

Fig.41: L'invenzione dello scafandro segna l'inizio dell'esplorazione sottomarina.

13 Charvallonn S., (Marzo 2004), Da Leonardo Da Vinci a Louis de Corlieu, Il lungo cammino della propulsione subacquea

Fig.42: Louis De Corlieu mostra fiero la sua invenzione prima della dimostrazione ufficiale nel 1914

delle pinne come le conosciamo oggi, oltre alla flessibilità necessaria data dal materiale polimerico.

L'Italia ha un notevole contributo nell'evoluzione delle pinne, infatti durante la seconda guerra mondiale, l'esercito italiano fu il primo ad inserire le pinne nell'arsenale dei corpi speciali, che venivano protette da occhi indiscreti come se fossero speciali armi da mantenere segrete agli occhi dei nemici. Queste pinne furono inventate e perfezionate da Luigi Ferraro, che dal dopo guerra in poi rende pubblica la propria invenzione, aprendole ai mercati con il marchio Rondine che ha poi fatto la storia delle pinne da sub. Ancora oggi, la Cressi Sub, colosso mondiale dell'attrezzatura subacquea, battente bandiera italiana, produce le pinne Rondine.

Anche Pirelli, negli anni 60 produce attrezzatura subacquea cavalcando l'onda del successo dei materiali polimerici e il miglioramento della vita delle persone, che permette la nascita di nuovi sport e hobby, che altrimenti prima non erano neanche lontanamente pensabili dalla maggior parte delle persone. Anche la Francia, patria dell'inventore delle pinne possiede molte aziende leader nel settore subacqueo. L'asse Italia-Francia continua a dominare il mondo dell'attrezzatura subacquea, con le principali aziende mondiali che sono nate in Italia o oltre le Alpi, ma che poi hanno subito acquisti da parte di altre azien-

de estere.

La concorrenza della Cina e dei prodotti super economici oggi è molto forte per quanto riguarda le pinne, e di conseguenza si punta molto sulle performance delle attrezzature, cercando di guadagnare minimi punti percentuali per migliorare le prestazioni delle pinne.

Nonostante tutto bisogna però spendere due parole per sottolineare un aspetto patriottico del mondo delle pinne, della pesca sub e del mondo sottomarino in generale. Infatti l'Italia è senza dubbio la patria mondiale delle pinne e dell'attrezzatura subacquea, e anche oggi continua a mantenere questo primato in maniera forte.

Basti pensare che l'associazione italiana di aziende per attrezzature subacquee CONFISUB, che comprende Technisub, Cressi Sub, Scubapro Uwatec srl, Seacsub SpA, Effesub SpA e Omersub SpA, rappresenta tutt'oggi oltre il 70% ^[14] del mercato mondiale di attrezzatura subacquea. E' vero che ormai molte di queste aziende sono state acquistate da gruppi internazionali, ma la tradizione italiana nel mondo della subacquea è davvero notevole. Popolo di grandi apneisti, sommozzatori, esploratori, l'Italia porta alto il nome della subacquea.

14 Dato tratto da Confindustria, di cui Confisub fa parte.



Fig.43

Fig.43: Le principali aziende italiane che fanno parte dell'associazione Confisub. Insieme detengono più del 70% del mercato internazionale di attrezzatura subacquea.



Fig.44

Stato dell'arte

Come abbiamo visto, le pinne hanno seguito un lungo processo di ideazione iniziato nel Rinascimento e conclusosi nella prima metà del XX secolo. A partire dagli anni '40 le pinne hanno acquisito la loro forma odierna, senza però essere modificate notevolmente.

Questo perché ci si è sempre concentrati sulle prestazioni della pinna e sui materiali utilizzati, lavorando molto sull'idrodinamica della pala. Spesso l'ispirazione è venuta dal mondo della natura, dalle forme dei pesci e dei delfini e ha portato a ottimizzare al meglio la pinneggiata.

Effettivamente è molto difficile aumen-

tare l'efficienza idrodinamica della pinna, e spesso quelle che vengono chiamate grandi innovazioni sono spesso solo piccoli punti percentuali di miglioramento idrodinamico.

Possiamo classificare i punti su cui si è lavorato per migliorare le pinne e le nuove tendenze che hanno invaso il mondo di queste.

- L'idrodinamica
- I materiali utilizzati
- L'usabilità
- La monopinna

Per quanto riguarda l'idrodinamica si è lavorato moltissimo per aumentare al mas-

simo l'efficienza delle pinne. Sono state studiate forme molto complesse per ridurre al minimo gli sforzi e aumentare la resa della pinneggiata. In particolare si studiano varie nervature, canalizzazioni, fori che, messi in una determinata posizione, permettono di migliorare l'idrodinamica della pinna.

In particolare, per quanto riguarda l'idrodinamica, bisogna citare il lavoro svolto sulle "split-fin" in quanto vogliono portare una notevole innovazione nel mondo delle pinne. L'innovazione consiste nel eseguire un taglio longitudinale alla pinna, in modo da convogliare l'acqua e aumentare la velocità della pinneggiata e la manovrabilità. Questo miglioramento è stato confermato durante le prove

di utilizzo, mentre a livello scientifico il miglioramento non è così radicale ^[15].

Per quanto riguarda i materiali utilizzati e le tecniche produttive, il lavoro non è stato meno importante rispetto all'idrodinamica.

Infatti questa è spesso influenzata dalla flessibilità della pala, che determina velocità e comfort associandola alla forma. Come per ogni articolo sportivo, il massimo livello di prestazioni è stato raggiunto dalla fibra di carbonio, che ha portato alla creazione delle pinne "C4", senza dubbio le migliori pinne d'apnea presenti sul mercato ^[16].

Si è infatti cercato di discostarsi dalla classica pinna in materiale polimerico

Fig.45



Fig.44: La C4Carbon è un'azienda italiana fondata da Bonfanti e produce oggi le migliori pinne del mondo.

15 Zanatta D., (1998), Analisi biomeccanica della pinneggiata e valutazione d'efficienza delle pinne

Fig.45: Split fin all' opera. Il taglio longitudinale incanala l'acqua e migliora le prestazioni.

16: Secondo tutte le riviste del settore, tra le quali "PescaSub" e "Pesca in Apnea".



Fig.46

per cercare di ottimizzare lo sforzo durante la pinneggiata e prolungare la permanenza in acqua degli apneisti e pescatori subacquei.

Bisogna inoltre citare l'introduzione dei tecno-polimeri, che hanno permesso di variare le proprietà dei materiali a seconda delle funzioni necessarie. Si cerca di utilizzare materiali più morbidi e confortevoli nella parte di contatto tra piede e pinna, mentre a seconda della tipologia di pinna si cercherà un materiale più o meno rigido per la parte della pala.

Per quanto riguarda l'**usabilità** della pinna ci sono stati alcuni lavori volti a

modificare il posizionamento della pinna, cercando di aumentarne il comfort durante la pinneggiata. Quelle che viene fuori è che i progettisti cercano di spostare la pinna sopra la caviglia, in maniera da ridurre le problematiche legate allo scorretto movimento effettuato dal piede e il conseguente stress concentrato sulla caviglia. Queste soluzioni però portano a problematiche di spazio, ossia le pinne vanno a strusciare tra di loro se superano una certa dimensione. Quindi questa soluzione è valida solo per pinne di piccole dimensioni.

Un altro punto dell'**usabilità** della pinna sul quale si è lavorato molto, è l'utilizzo fuori dall'acqua, ossia come camminare con le

pinne. Tutti sanno quanto ridicola può essere una persona che cammina indossando un paio di pinne, ma questo problema è stato risolto in diverse maniere. Alcune aziende producono pinne la cui pala è ribaltabile lungo l'asse orizzontale o verticale. In questo modo le persone possono camminare comodamente indossando le pinne.

Per quanto riguarda le **monopinne** inoltre, bisogna citare l'utilizzo della vetroresina agli albori della disciplina, mentre oggi si cerca di ottenere forme incredibilmente idrodinamiche utilizzando la fibra di carbonio per permettere agli atleti di migliorare le prestazioni; il nuoto pinnato¹⁷ è infatti una disciplina olim-

pica. La monopinna ha visto inoltre l'inserimento di alcuni parti mobili per contrastare la rigidità della fibra di carbonio. Questa tipologia di pinna sta prendendo molta importanza in quanto è forse la maggiore innovazione nel mondo delle pinne negli ultimi anni. Questo modo di nuotare, che ricorda quello degli animali acquatici, permette di ottimizzare lo sforzo durante la pinneggiata e aggiunge un aspetto emozionale dell'attività, in quanto permette di muoversi leggiadri come un animale acquatico.

Su questo tipo di pinna sono stati effettuati i miglioramenti maggiori per quanto riguarda l'idrodinamica, cercando di farlo diventare un prodotto attraente oltre che funzionale.

Fig.47



17 Riconosciuta dal CIO e nei mondiali di nuoto dal 1981 a Santa Clara

Fig.47: Le monopinne sono oggi la massima espressione del nuoto pinnato.

Fig.46: Le Omega Flippable Fins permettono di ruotare la pala e camminare comodamente senza togliere le pinne.

3

Produzione

Durante l'inizio della loro storia, le pinne ebbero un forte sviluppo, concentrato soprattutto a raggiungere un miglior comfort di utilizzo, ed un miglioramento sostanziale delle prestazioni. Dopo un primo periodo in cui si cercava il materiale ideale per le pinne, in cui si sperimentarono inizialmente i vari legni ed altri materiali naturali, un evento segna profondamente la storia della pinna: lo sviluppo dei materiali polimireci. Questi materiali presentano delle caratteristiche meccaniche ed alcune proprietà che li rendono ideali per l'utilizzo in acqua marina.

In particolare, le gomme vulcanizzate

sono sempre state il materiale considerato ideale per questo scopo, soprattutto viste le proprietà meccaniche e l'impermeabilità. Successivamente, lo sviluppo delle tecnologie di stampaggio ad iniezione ampliò il palcoscenico di materiali a disposizione, annunciando l'avvento del costampaggio, ad oggi la tecnica più utilizzata. Nel mondo delle pinne da apnea e pesca sub, il carbonio ed i tecnopolimeri oggi fanno da padroni, e sono diventati un must per gli appassionati di apnea e pesca subacquea. In questo capitolo analizzeremo le tecniche produttive delle pinne classiche per eviscerarne i segreti.

Fig.48: La barriera corallina non è altro che la produzione degli organismi che vi vivono. Col tempo hanno costruito un ecosistema dall'incredibile ricchezza.

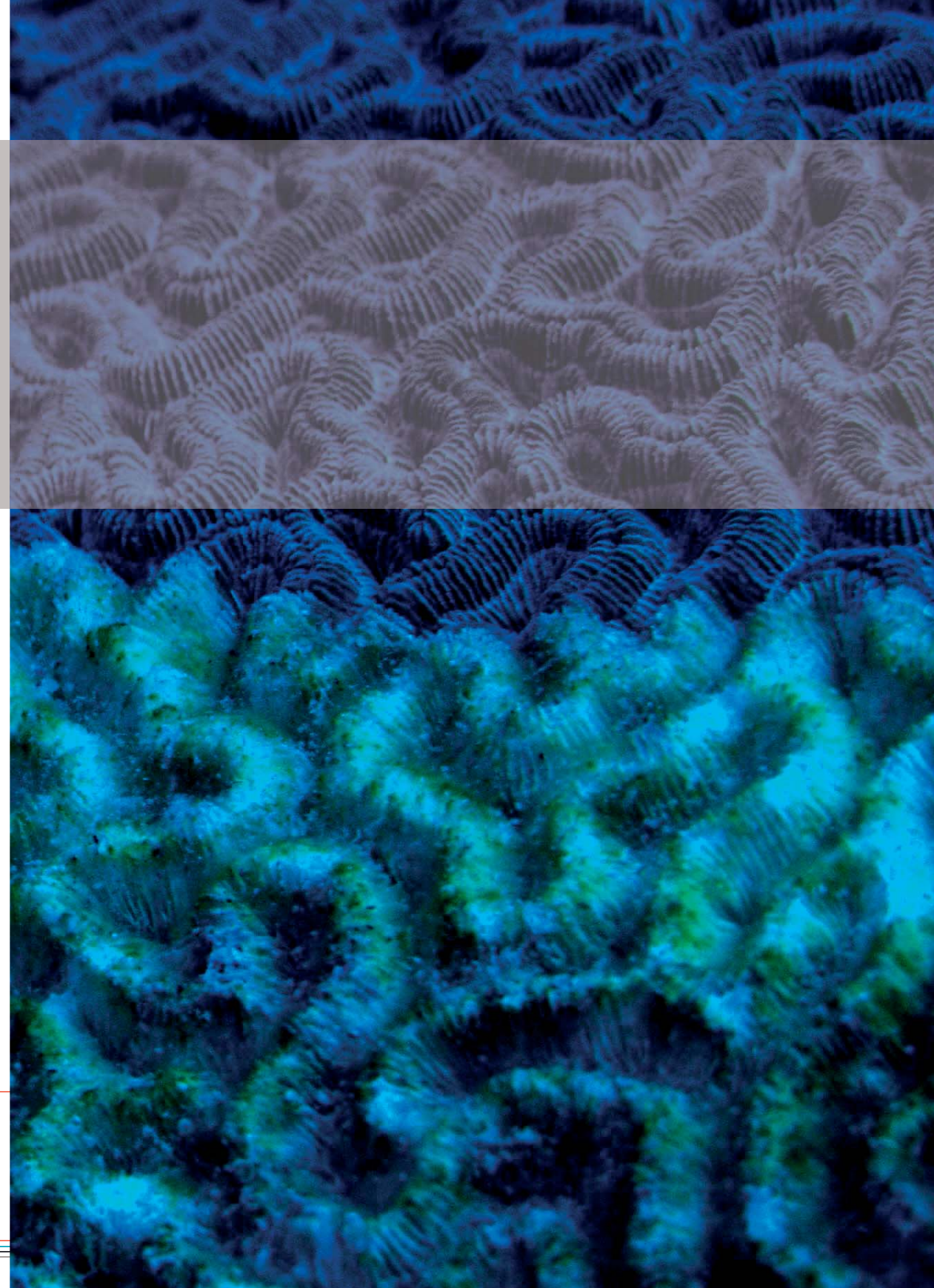




Fig.49

Pinne Monomateriche

Consideriamo le pinne monomateriche quelle pinne che sono composte da un unico stampato e quindi composte da un blocco unico di materiale più o meno omogeneo. Questo tipo di pinne viene prodotto per stampaggio a compressione, e rappresenta la maggioranza per quanto riguarda le pinne di bassa/media gamma. Il sistema prevede l'inserimento manuale di materiale polimerico semi polimerizzato all'interno di uno stampo, che una volta chiuso si riscalda e lentamente forma il prodotto definitivo. Durante questo processo, vengono inseriti diversi tipi di gomma in diverse parti dello stampo, in maniera da con-

ferire caratteristiche meccaniche idonee al funzionamento di ogni parte della pinna. Della gomma più rigida viene inserita in corrispondenza dei longheroni e della pala, in maniera da conferire potenza alla propulsione e un rapido ritorno del movimento, mentre una gomma più morbida viene posta in corrispondenza della scarpetta, in maniera da aumentare il comfort della calzatura. La parte inferiore della suola invece è composta da una gomma ancora più rigida di quella dei longheroni, in maniera da trasferire efficacemente l'energia dalla gamba alla pala. Questo tipo di produzione permette di produrre a costi molto ridotti e per quantità non esageratamente grandi, ma non

permette di conferire forme molto complesse al prodotto.

Per le pinne più complicate, come quelle che possiamo trovare per esempio da decathlon, con molti colori differenti e disegni complicati, viene utilizzata la tecnica del costampaggio ad iniezione, o in altri casi vari step di stampaggio a trasferimento. In questa maniera è possibile combinare diversi materiali ed ottenere forme molto più complesse rispetto allo stampaggio a compressione. Questo permette alle aziende di lavorare molto sui colori e attirare quindi l'attenzione.

Bisogna però ricordare che le pinne monomateriche non sono sinonimo di prodotto poco costoso e di bassa

qualità: anche se questo concetto è spesso valido, molte aziende, come Cressi o ForceFin, hanno sempre prodotto pinne di altissima qualità, producendo sempre pinne per stampaggio a compressione. Il loro lavoro si è infatti concentrato sulla forma minuziosamente studiata nei dettagli e sui materiali, la cui composizione viene alterata per ottenere il giusto mix tra prestazione e comfort. Le pinne Open Heel, prevedono inoltre l'aggiunta successiva del fissaggio posteriore.

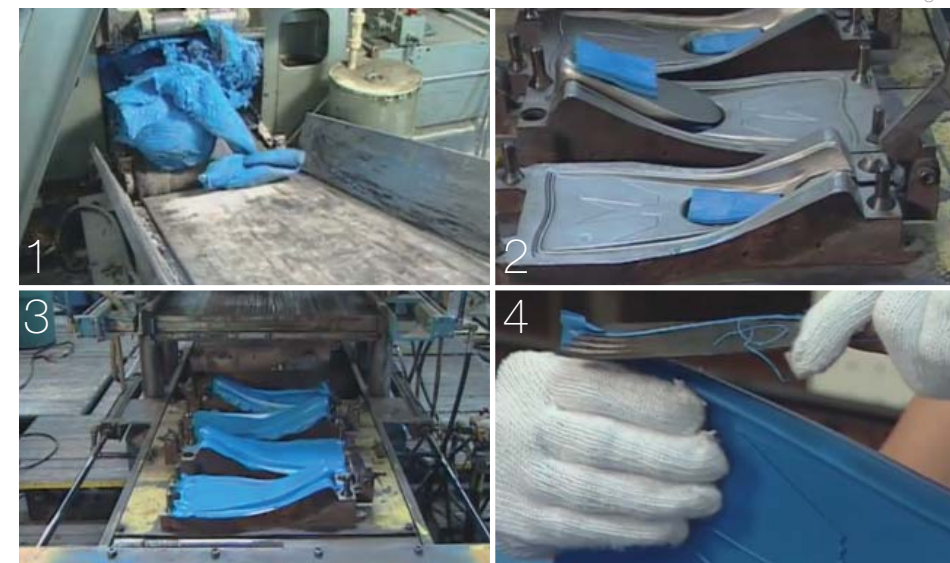


Fig.50

Fig.49: Le Cressi Rondine sono il classico esempio di pinna monomaterica. Usando solo i migliori materiali, le rondine sono un prodotto di ottima qualità.

Fig.50: Principali step di produzione di un paio di pinne monomateriche: 1 preparazione compound, 2 posizionamento all'interno dello stampo, 3 stampaggio a compressione, 4 eliminazione bave e rifinitura.



Fig.51

Pinne Composite

Le pinne composite sono così chiamate perché presentano parti separate: la scarpetta e la pala. Queste due parti vengono connesse da un sistema di fissaggio a vite.

Questa categoria rappresenta in particolare le pinne da apnea, che permettono all'utente la sostituzione della pala o la modifica di quest'ultima secondo particolari esigenze.

La scarpetta viene prodotta per stampaggio a compressione, come per le pinne monomateriche. Una gomma morbida viene posizionata nella parte del collo della scarpa, mentre una rigida viene posizionata nella parte inferiore.

Questa tecnica può essere sostituita dallo stampaggio ad iniezione, che in genere permette maggiore finitura dei dettagli.

La separazione tra la scarpetta e la pala, permette di variare a piacimento la tipologia di pala che si vuole utilizzare, e quindi la sua rigidità.

La pala infatti può essere di svariati materiali, per venire incontro alle esigenze degli utenti più esperti.

Le pale normalmente sono costituite da Polietilene caricato in fibra di vetro, per garantire rigidità, tenacità ed economicità allo stesso tempo, e sono spesso lavorate in lastra o per stampaggio ad iniezione. In questo modo è possibile variare la sezione della pala ed aumentar-

Fig.51: Molto spesso le pale in materiale composito sono oggetto di piccole produzioni artigianali.

ne la rigidità. Un altro materiale spesso utilizzato è la vetroresina, che permette inoltre l'autoproduzione delle pale per i più appassionati, e in genere garantisce prestazioni molto elevate.

Il massimo livello si ottiene con le pale in fibra di carbonio, che presentano una rigidità molto elevata e conferiscono quindi alla pala una notevole capacità di trasmettere la propulsione dalla gamba all'acqua.

Per quanto riguarda il collegamento tra pala e scarpetta, la situazione più comune è quella di un sistema composto da uno scorrimento a binario e delle viti di fissaggio.

I binari fanno slittare la pala fin sotto alla scarpetta, in maniera da aumentare la

resistenza del punto di fissaggio e trasmettere meglio l'energia dalla scarpetta alla pala. Una volta che la pala ha raggiunto la sua posizione finale, due o quattro viti eseguono il fissaggio della pala alla scarpetta.

La sostituzione può a volte essere fatta montando pale di una marca su scarpette di un'altra, a seconda della compatibilità, in modo da poter trovare il miglior compromesso di comfort e prestazioni.



Fig.52

Fig.52: L'autoproduzione e l'artigianato in genere sono un aspetto molto importante nel mondo delle pinne da apnea.



Fig.53

Altre Produzioni

Esistono altri tipi di produzione, oltre a quelle convenzionali. In particolare ci riferiamo al mondo delle monopinne, in cui oggi si cerca di sperimentare nuovi concetti di pinna e nuovi modi di intendere questo prodotto.

Oltre al comune uso di vetroresina, esiste un mondo di autoproduzione e di concept, incentrati sull'utilizzo di nuovi materiali, come la fibra di carbonio ed i tecnopolimeri, associati a parti mobili in alluminio.

Questa tipologia di prodotti prevede delle pale rigide, dalle forme molto aerodinamiche, che ricordano il mondo degli animali marini. Associati ad un

atleta, questi prodotti permettono agli uomini di nuotare come veri e propri animali marini e addirittura saltare fuori dall'acqua. Tutto questo naturalmente ha un prezzo, in quanto le tecniche produttive risultano estremamente care.

I materiali provengono principalmente dall'industria aerospaziale in quanto si cerca di creare prodotti più performanti possibile.



Fig.54

Fig.53: Le monopinne sono diventate uno sport olimpico, e di conseguenza sono stati svolti moltissimi studi sui materiali e l'ergonomia del prodotto.

Fig.54: Esempi di monopinne estremamente avanzate. Tra tutte spicca sicuramente il progetto Lunocet, con una monopinna estremamente complessa ma con performance incredibili.

4

Anatomia

A questo punto della ricerca, analizziamo più nel dettaglio com'è fatto l'utente, ossia l'anatomia umana della parte inferiore delle gambe. Durante l'uso delle pinne, in molti riscontrano forti dolori articolari e problemi legati allo strisciamento ed ad i crampi. Per questo motivo, essendo il nostro obiettivo quello di trovare soluzione a questi dolori, dobbiamo analizzare in maniera approfondita le parti anatomiche interessate, ossia il piede, la caviglia e le gambe. Solo in questo modo potremo acquisire le conoscenze necessarie per la progettazione corretta di un paio di pinne. Bisognerà anche capire se questo problema è relativo

solamente ad un'utenza poco esperta, o se eventualmente è un problema che si estende anche a coloro che fanno della pesca sportiva e l'apnea uno stile di vita. Per questo motivo effettueremo un questionario su un campione ampio di persone per individuare le problematiche principali relative alla pinneggiata e al prodotto in generale.

Fig.55: La conoscenza del corpo umano è necessaria per noi progettisti, tanto quanto per gli atleti che si spingono al limite della resistenza fisica.

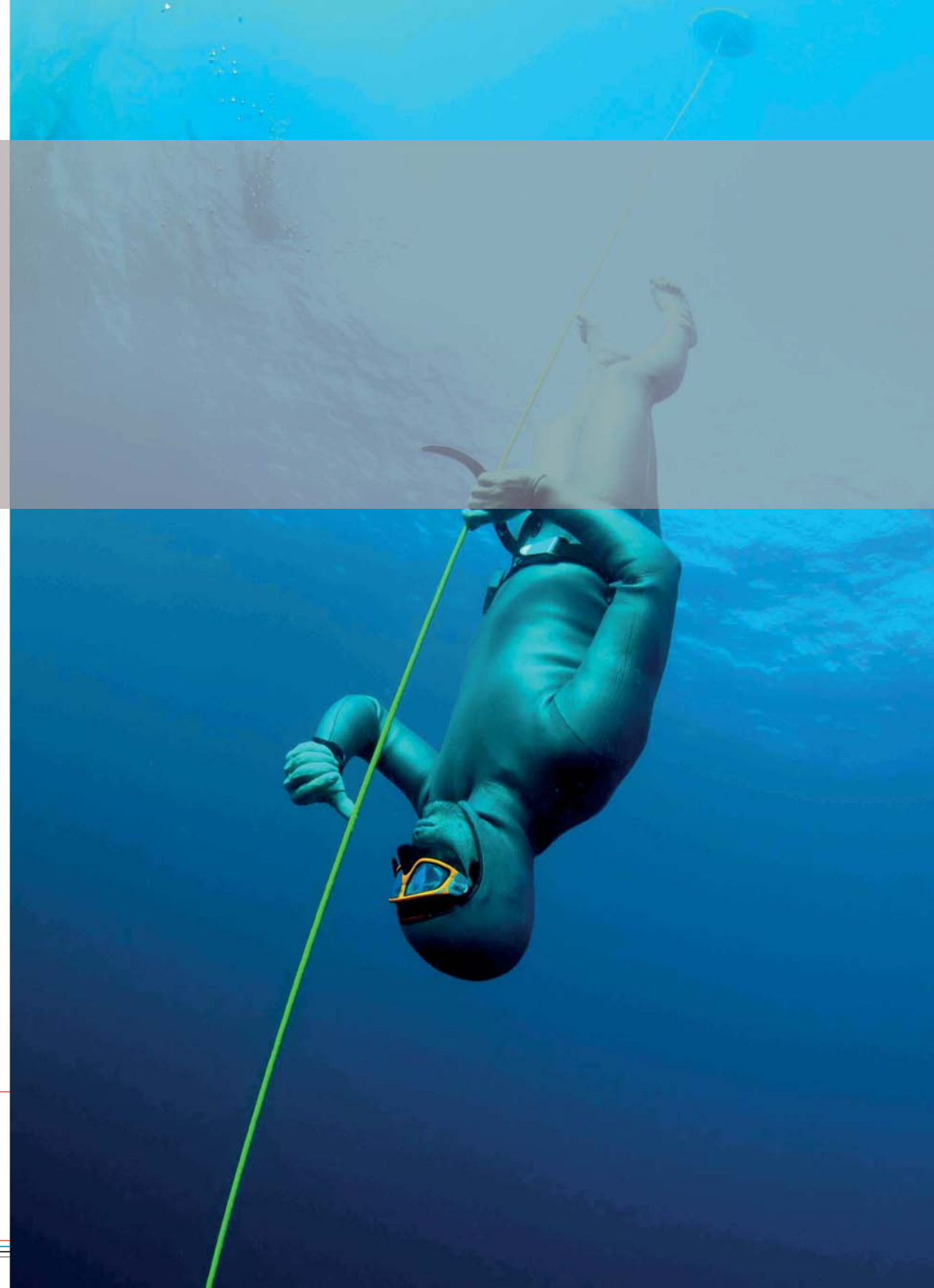




Fig.56

Anatomia del Piede

Il piede è la parte terminale dell'arto inferiore dell'essere umano. Esso si collega alla gamba attraverso l'articolazione chiamata caviglia, e permette la posizione eretta, punto di partenza dell'evoluzione umana.

Come si può capire quindi, questa nostra "appendice" ricopre un ruolo fondamentale, e conseguentemente si è evoluto per raggiungere un elevato livello di funzionalità, con una conseguente complessità molto elevata. Infatti all'interno del piede sono presenti ben 26 ossa, 28 se si considerano anche le ossa sesamoidi, ossia dei piccoli ossicini che in alcuni casi crescono all'interno dei tendini del pie-

de; tutte queste ossa sono legate tra loro da una complessissima rete di legamenti e muscoli, che garantiscono il mantenimento dell'equilibrio da parte della persona, e le permettono di correre, camminare, saltare, ballare o nuotare. Il lavoro del piede si svolge in sinergia con la caviglia, l'articolazione che collega il piede all'arto inferiore, e insieme permettono un elevato numero di gradi di libertà che garantiscono all'essere umano la possibilità di mantenere la posizione eretta. All'interno del piede sono inoltre presenti numerosi terminali nervosi atti alla percezione dell'equilibrio.

In questo breve studio^[19] dell'anatomia del piede, prenderemo in considerazione

le principali parti sollecitate durante la pinneggiata, quindi in particolare la parte del tarso e dell'insieme di articolazioni che compongono la caviglia, cercando di capire in che modo la pinneggiata influisce su queste parti.

Il **piede** rappresenta la porzione più distale dell'arto inferiore. In esso si distinguono la caviglia, che provvede a garantire la continuità con la gamba, il tallone, che costituisce l'estremità posteriore del piede, il metatarso, che costituisce la porzione anteriore del piede, e cinque dita del tutto simili a quelle della mano ma prive dell'abilità prensile a causa dei diversi rapporti che queste prendono con il metatarso.

In posizione eretta, il piede permette di distinguere una superficie inferiore, detta pianta o superficie plantare del piede, ed una superficie superiore detta dorso del piede.

Innanzitutto bisogna analizzare come sono disposte le ossa del piede e della caviglia, cercando di schematizzarle per poter capire i gradi di libertà da essi permessi, nonché la muscolatura che permette questi movimenti.

Il piede è divisibile principalmente in tre parti: **il tarso, il metatarso e le falangi**.

Il tarso, che contribuisce a formare lo struttura della caviglia e del tallone, presenta alcune somiglianze con l'ossatura della mano, essendo costituito da sette ossa che occupano tutte la metà posteriore del piede. Nel tarso si distin-

guono due file di ossa:

- La fila prossimale o fila posteriore del tarso, è formata da due ossa: l'astralگو e il calcagno

- La fila distale, o fila anteriore, è formata, procedendo lungo il piano orizzontale longitudinale de piede, dalle tre ossa cuneiformi, dall'osso scafoide del piede e dall'osso cuboide.

Tutte queste ossa, sono denominate come ossa corte, e compongono tutta la struttura del tarso, molto importante in quanto collega il piede all'articolazione della caviglia, risultando così di estremo interesse per il nostro percorso progettuale.

Il metatarso invece forma la parte anteriore del piede alla quale si collegano le falangi delle dita ed è costituito da 5 ossa dette ossa metatarsali che fungono appunto da tramite tra il tarso e le falangi. Le ossa metatarsali sono ossa lunghe nelle quali si distinguono due epifisi (ossia le parti finali tondeggianti dell'osso), delle quali una prossimale ed una distale, e una diafisi (ossia la parte centrale dell'osso lungo, compresa tra le due diafisi). La forma del piede è data dalle diafisi delle ossa metatarsali che risultano essere curve e convesse verso il dorso del piede, formando quindi, insieme alle ossa del tarso, la così detta volta del piede.

Le falangi del piede sono infine 14 piccole ossa lunghe che costituiscono, analogamente alle falangi della mano,

18 Kapandji, (2002), Fisiologia Articolare

Fig.56: Il piede permette un'innumerabile serie di movimenti.

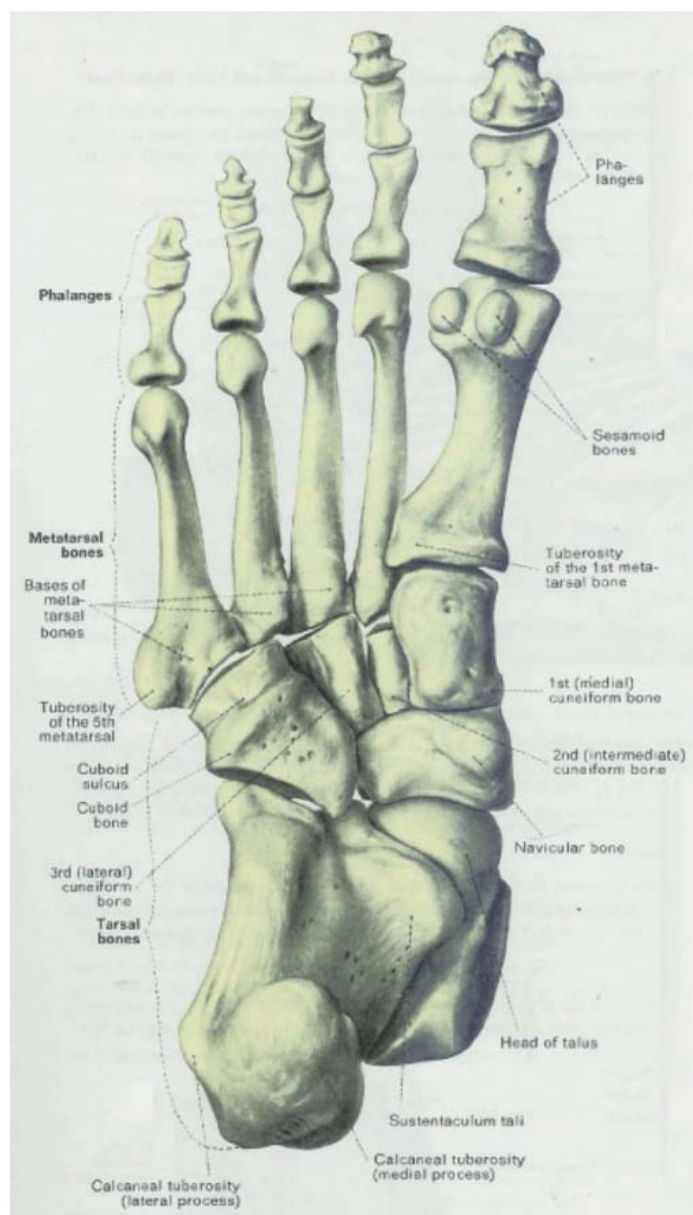


Fig.57

Fig.57: Mappatura delle ossa del piede

le dita del piede. Fatta eccezione per l'alluce, che come il pollice della mano è formato da due sole falangi, tutte le dita del piede sono formate da tre falangi. Rispetto alla mano le falangi del piede sono molto più brevi, schiacciate in senso laterale, convesse dorsalmente e concave plantarmente.

Un cenno particolare meritano l'astragalo e il calcagno, che sono molto importanti nella biomeccanica del piede. L'astragalo (una delle ossa meno vascolarizzate dell'organismo, ricoperto all'80% da cartilagine per consentire la fluidità nel movimento) è posto al centro del piede e costituisce il perno osseo di tutta la regione; esso distribuisce sugli archi plantari il peso del corpo, che viene poi scaricato su tre punti principali di appoggio, ovvero la tuberosità posteriore del calcagno e le teste del primo e quinto metatarso (in ordine decrescente). Non a caso quindi, il calcagno è molto voluminoso; nella parte posteriore del calcagno infatti, vi è una sporgenza rugosa sulla quale si inserisce il tendine calcaneare (detto tendine di Achille), che origina dai muscoli del polpaccio, fondamentale per la deambulazione.

Tutte le ossa del piede sono collegate tra di loro da una complessa rete di legamenti, muscoli e tendini, che permettono all'organo di essere flessibile. Questo sistema si divide in un complicato insieme di articolazioni, che rendono funzionante il sistema piede.

Quindi dopo aver visto questa breve descrizione del piede, ci possiamo rendere conto della complessità nascosta dentro quest'organo, che come abbiamo già detto, ha svolto un ruolo fondamentale nell'evoluzione umana. Il piede infatti è composto da un complicato sistema di articolazioni e legamenti, che permettono al piede di adattarsi alle asperità del terreno, subire urti, mantenere l'equilibrio, correre, ed ogni tipo di azione immaginabile.

Il piede comunque, risulta inutile se non lo associamo all'articolazione della caviglia, in quanto queste due parti lavorano simultaneamente. Infatti il piede può essere considerato il braccio di un ipotetica leva, mentre la caviglia risulta essere il fulcro. Questa considerazione ci tornerà utili più avanti per riuscire a semplificare il movimento del piede, e cercare di capire le forze che entrano in gioco durante la pinneggiata e come queste ultime influiscono sull'articolazione della caviglia e quelle del piede.

La caviglia è la parte della gamba posta immediatamente al di sopra del piede. Dal punto di vista anatomico, la gamba è formata da due ossa lunghe poste parallelamente, ovvero la tibia e il perone, collegate da un legamento interosseo (sindesmosi). La tibia, più interna, è un osso a sezione triangolare, molto robusto, che sopporta quasi interamente il peso del corpo e lo trasmette al piede. Le parti inferiori di tibia e perone formano una cavità all'interno del

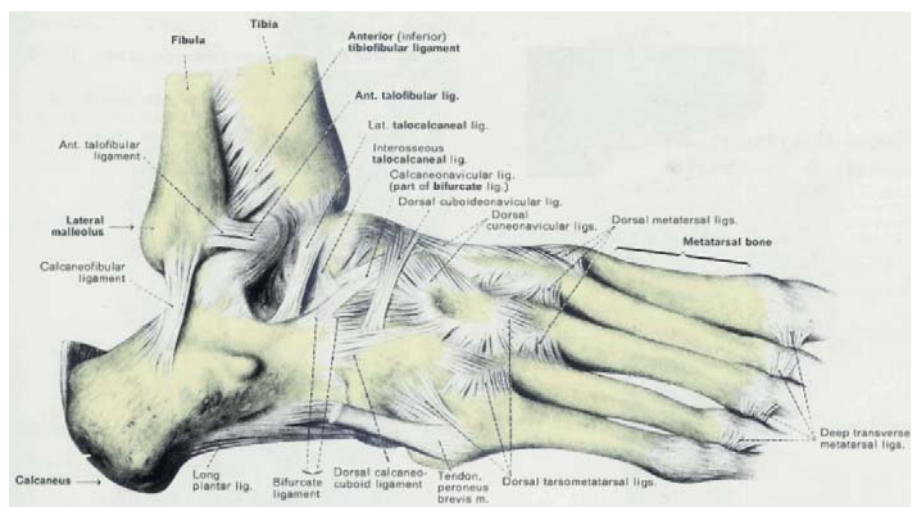


Fig.58

quale si inserisce la parte superiore del tarso, ossia l'astragalo. L'articolazione della caviglia è quindi costituita dal perone e dalla tibia nella parte superiore, esterna ed interna, e inferiormente dall'astragalo; si chiama infatti articolazione tibio-peroneo-astragalica o tibio-tarsica ed è di tipo "a troclea", perché è fatta da estremità ossee di forma cilindrica. Inoltre tra i segmenti ossei è presente la capsula articolare, manicotto di tessuto connettivo denso, che riveste completamente l'articolazione; all'interno vi è la membrana sinoviale, che secreta un liquido vischioso lubrificante per facilitare lo scorrimento tra le due superfici ossee

a contatto.

Le ossa della caviglia (in particolare l'astragalo) sono ricoperte più delle altre da cartilagine, proprio per massimizzare la fluidità del movimento.

La cartilagine è un tessuto connettivo di sostegno, privo di vasi sanguigni, nel quale la sostanza intercellulare è densa, compatta e consistente; ricopre le articolazioni e molte parti dello scheletro. Le cellule cartilaginee (detti condrociti), ricevono nutrimento dai tessuti circostanti e producono una matrice gelatinosa costituita principalmente da fibre di collagene e da composti di proteine e zuccheri.

Negli adulti la cartilagine si trova per lo più nei punti in cui è richiesta resistenza,

Fig.58: Mappatura delle ossa e dei legamenti della caviglia in vista laterale

grande elasticità e mobilità. Di norma, una articolazione sana è formata dalla unione di due ossa le cui estremità sono rivestite di cartilagine: questa fa sì che le ossa nel movimento "scorrono" tra loro quasi senza resistenza.

La cartilagine non è rifornita di sangue e non ha capacità riparative, per cui quando si consuma si lesiona con ulcerazioni può erodersi fino all'osso sottostante.

L'articolazione della caviglia è unificata dai legamenti, che permettono il movimento e sostengono la struttura ossea e della capsula articolare.

I principali legamenti della caviglia sono i **legamenti collaterali**, che formano su ciascun lato dell'articolazione dei robu-

sti ventagli fibrosi il cui apice è posto sul malleolo corrispondente e la cui parte esterna è fissata sulle due ossa posteriori del tarso. Questi legamenti si dividono in:

- **Collaterali esterni**, divisi a loro volta in tre fasci di cui due destinati all'astragalo e uno al calcagno
- **Collaterali interni**, formati in due piani, profondo e superficiale.

Quindi come si può osservare il sistema piede e caviglia è molto complesso e articolato. Permette infatti una grande quantità di movimenti, originati dal sistema muscolare che analizzeremo nel prossimo paragrafo.

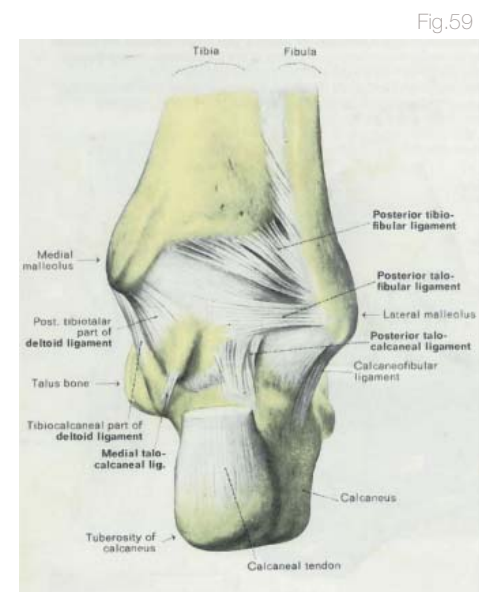


Fig.59

Fig.59: Mappatura dei legamenti e delle ossa della caviglia e del piede in vista posteriore.

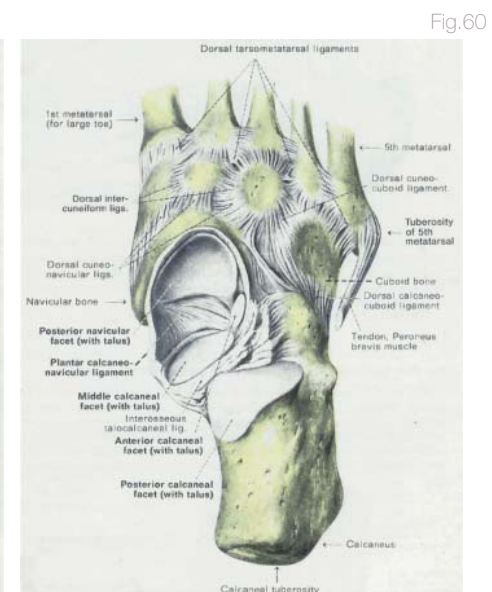


Fig.60

Fig.60: Mappatura dei legamenti e delle ossa della caviglia in vista superiore.

Muscolatura della Caviglia

Analizziamo ora la muscolatura della caviglia per comprenderne meglio la biomeccanica.

Come abbiamo già detto, la caviglia ed il piede formano un complesso sistema osseo, in grado di permettere un elevatissimo numero di movimenti. L'arto inferiore infatti presenta ben 29 gradi di libertà con ben 48 muscoli annessi. I muscoli della parte inferiore della gamba, lavorano tra il piede e le ossa della tibia e del perone, azionando i movimenti permessi dall'articolazione della caviglia.

In questa fase analizzeremo nel dettaglio i muscoli della parte inferiore della gamba, in quanto durante la pinneggiata effettuano un tipo di lavoro che li sottopone a particolari sollecitazioni alle quali non sono abituati, creando spesso fastidio. La parte superiore della gamba invece, con i vari muscoli femorali, non presenta nessun tipo di sollecitazione particolare, in quanto il movimento e il tipo di sforzo sono assimilabili al comune lavoro svolto da questa parte del corpo durante una normale attività fisica.

Possiamo innanzi tutto definire il muscolo, ossia un organo composto da un insieme di fibre muscolari in grado di contrarsi generando movimento ed energia, utilizzando gli apporti nutritivi ingeriti dall'organismo.

Esistono principalmente tre tipi di muscolo:

-**Muscoli striati scheletrici**, comandati dalla nostra volontà, che svolgono la più parte dei movimenti volontari

-**Muscoli lisci**, ossia quei muscoli non comandati dalla nostra volontà, come per esempio lo stomaco.

-**Muscoli striati cardiaci**, un particolare tipo di muscolo, che come dice il nome costituisce il cuore. Questo muscolo, nonostante sia striato, presenta una particolare conformazione e non è controllato dalla nostra volontà.

In questo paragrafo affronteremo solamente i muscoli striati scheletrici presenti nel nostro arto inferiore ^[19].

Nella parte inferiore della gamba si possono osservare principalmente i seguenti muscoli, che permettono di muovere il piede e le dita del piede (le 4 falangi esterne lavorano insieme, mentre l'alluce compie movimenti indipendenti):

- **L'estensore lungo dell'alluce**, che è collegato alla falange del membro prima citato alla parte superiore della tibia, e permette di sollevare il piede e ruotarlo verso l'interno

- **L'estensore lungo delle dita**, che collega le altre 4 falangi alla tibia, permettendo di sollevare il piede lateralmente e ruotarlo esternamente

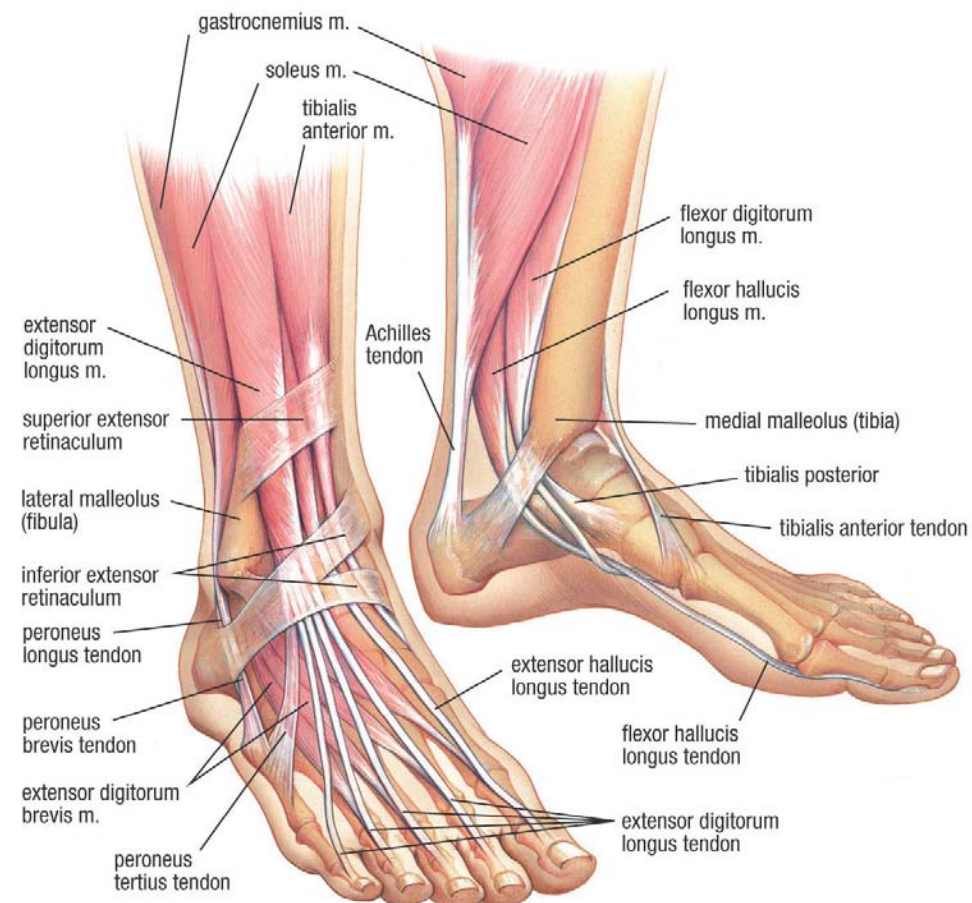


Fig.61

19 Beraldo S., Principali Movimenti del Corpo e Muscoli Antagonisti

Fig.61: Descrizione della muscolatura e dei legamenti della caviglia e del piede.

- Il **flessore lungo dell'alluce**, si collega dalla parte posteriore del perone, passando sotto il malleolo interno, collegandosi alla parte inferiore della falange dell'alluce. Questo muscolo permette di flettere plantarmente il piede e sollevarlo medialmente e svolge un ruolo fondamentale del sorreggere l'arco maggiore della volta plantare.

- Il **flessore breve delle dita** è posto nella pianta del piede, e collega il calcagno alle falangi delle 4 dita esterne del piede. Permette di estendere l'ultima falange delle 4 dita esterne del piede.

- Il **flessore lungo delle dita**, si collega dalla parte posteriore-superiore della tibia alle 4 dita esterne del piede, passando sotto il malleolo interno e collegandosi inferiormente alle falangi delle dita del piede. Permette di flettere le ultime falangi delle dita del piede e sollevare il piede medialmente, contribuendo al sostegno della volta plantare

- I **gemelli**, o **gastrocnemio**, formano, insieme al tricipite soleo quello che viene comunemente chiamato polpaccio, e collegano la parte inferiore del femore al calcagno attraverso il famoso tendine di Achille. Questi muscoli permettono il sollevamento della parte inferiore della gamba e l'estensione del piede.

- L'**estensore breve delle dita**, o pedidio, collega la parte superiore del tarso all'ultima falange delle dita e permette di sollevare le dita del piede

e inclinarlo lateralmente.

- Il **peroneo anteriore** collega il metatarso esterno al perone, permettendo di sollevare lateralmente il piede e ruotarlo esternamente.

- Il **peroneo breve** invece collega lateralmente il perone all'estremità esterna del metatarso, agendo sulla concavità dell'arco plantare e permette di sollevare lateralmente il piede e ruotarlo verso l'esterno

- Il **peroneo lungo** contribuisce invece a flettere il piede verso il basso e a ruotarlo esternamente, collegando la parte alta del perone all'estremità esterna del metatarso.

- Il **plantare gracile** è un sottile ma lungo muscolo che collega il femore al calcagno, e permette la flessione del piede e la rotazione di quest'ultimo a ginocchio flesso.

- Il **soleo** costituisce insieme ai gemelli il così detto polpaccio, permettendo la flessione verso il basso del piede.

- Il **tibiale anteriore** (molto sollecitato durante la pinneggiata) collega la parte alta della tibia al metatarso, permettendo il sollevamento del piede e contribuendo al rafforzamento della volta plantare del piede, avvicinando il metatarso al calcagno.

- Il **tibiale posteriore** collega tibia e perone alla parte inferiore del tarso, permettendo di flettere il piede e rafforzando la volta plantare quando il piede è flesso

Per quanto riguarda la parte superiore della gamba invece i muscoli che più ci interessano sono sicuramente quelli che forniscono la spinta principale al movi-

mento della pinneggiata, i propulsori del movimento che forniscono l'energia necessaria a muovere il nuotatore.

In particolare possiamo citare il **bicipite femorale** e il **quadricipite femorale**, muscoli striati scheletrici che forniscono la spinta durante la pinneggiata.

Tutti questi muscoli lavorano in sinergia per permettere una vasta gamma di movimenti. Questi movimenti si uniscono tra di loro per garantire alla gamba di avere ben 29 gradi di libertà, permessi dai 48 muscoli presenti all'interno dell'arto. Andremo adesso ad esplorare i principali movimenti permessi dal piede e dalla parte inferiore della gamba umana, in quanto sono quelli che maggiormente ci interessano per compren-

dere il movimento della pinneggiata, in quanto in queste parti del corpo si evidenziano i problemi più rilevanti legati alle pinne.

Movimenti del Piede

- **Flessione dorsale**: ossia quando il piede viene "alzato" per avvicinarlo alla tibia.

Vengono utilizzati i seguenti muscoli: Estensore lungo delle dita, estensore dell'alluce, tibiale anteriore, peroneo anteriore, pedidio.

- **Flessione plantare** (estensione): in questo movimento si allunga il piede verso il basso, allontanandolo dalla tibia. Vengono utilizzati i gemelli, il soleo,

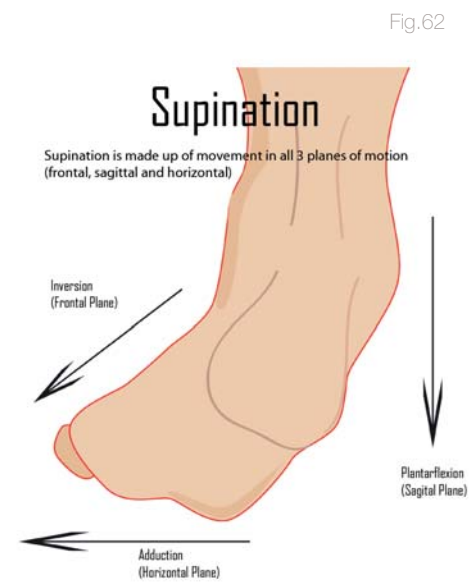


Fig.62: Schema dei movimenti effettuati durante la supinazione del piede.

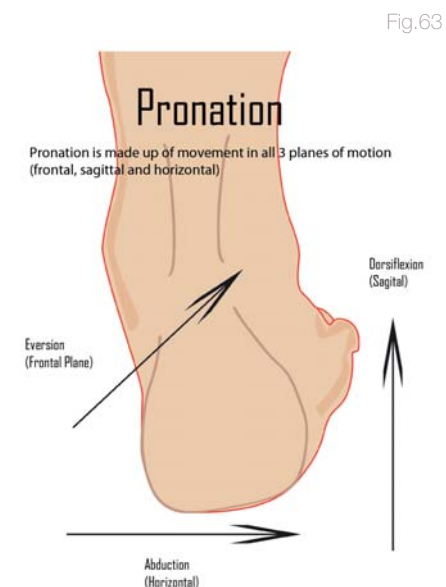


Fig.63: Schema dei movimenti effettuati durante la pronazione del piede.



il peroneo lungo, il flessore lungo delle dita e il flessore lungo dell'alluce.

- **Pronazione** (eversione): Si ruota il piede spostandolo verso l'esterno. Agiscono principalmente il peroneo lungo, il peroneo breve ed il peroneo anteriore.

- **Supinazione** (inversione): Il piede viene ruotato verso l'interno. Si utilizzano principalmente il tibiale anteriore, il tibiale posteriore e l'estensore dell'alluce

Movimenti della Gamba

- **Flessione**: consiste nel portare la gamba da un angolo di 180° , formato all'altezza del ginocchio, il più vicino possibile alla parte posteriore della coscia. I muscoli che intervengono sono il bicipite femorale, e altri muscoli della coscia.

- **Estensione**: Il contrario della flessione, ossia da gamba flessa si stende la gamba raggiungendo un angolo di 180° all'altezza del ginocchio. Si utilizza principalmente il quadricipite femorale.

Abbiamo adesso un'idea generale piuttosto completa dei movimenti effettuati dalla gamba e dei muscoli che li permettono. Queste conoscenze sono fondamentali per capire i movimenti che si effettuano durante la pinneggiata, e, integrati alle conoscenze acquisite sulla struttura ossea e muscolare della gamba, ci permettono di comprendere in maniera molto più completa quali sono le problematiche che incorrono durante la pinneggiata.

Dovremo inoltre comprendere meglio quali sono esattamente i movimenti effettuati nuotando con le pinne, in modo da poter studiare una soluzione ai problemi che nascono durante un uso prolungato.

Fig.64: Durante la pinneggiata sono moltissimi i muscoli che entrano in funzione per permettere la spinta.

5

La Pinneggiata

Nuotare risulta un movimento innato nell'uomo. I neonati, appena nascono, sono già in grado di nuotare ma non di camminare, e questo è indicativo del forte legame che esiste tra le persone e l'acqua.

Muoversi in un ambiente tridimensionale come il liquido necessita di reimpostare le proprie abitudini da animale bipede, abituandosi a volare nell'ambiente marino. Le pinne permettono di armonizzare e velocizzare questo movimento, così da risultare più a nostro agio in un contesto che non ci appartiene. Il problema nasce quando questi strumenti creati dall'uomo iniziano ad interagire in maniera sbagliata

con la persona, provocando dolori ed abrasioni fastidiose.

In questo capitolo affronteremo lo studio dei movimenti che si effettuano pinneggiando e cercheremo di individuare le cause di queste problematiche e quali patologie comportano.

Fig.65: Le pinne permettono all'essere umano di imitare gli animali marini, muovendosi liberamente nella tridimensionalità del mare.

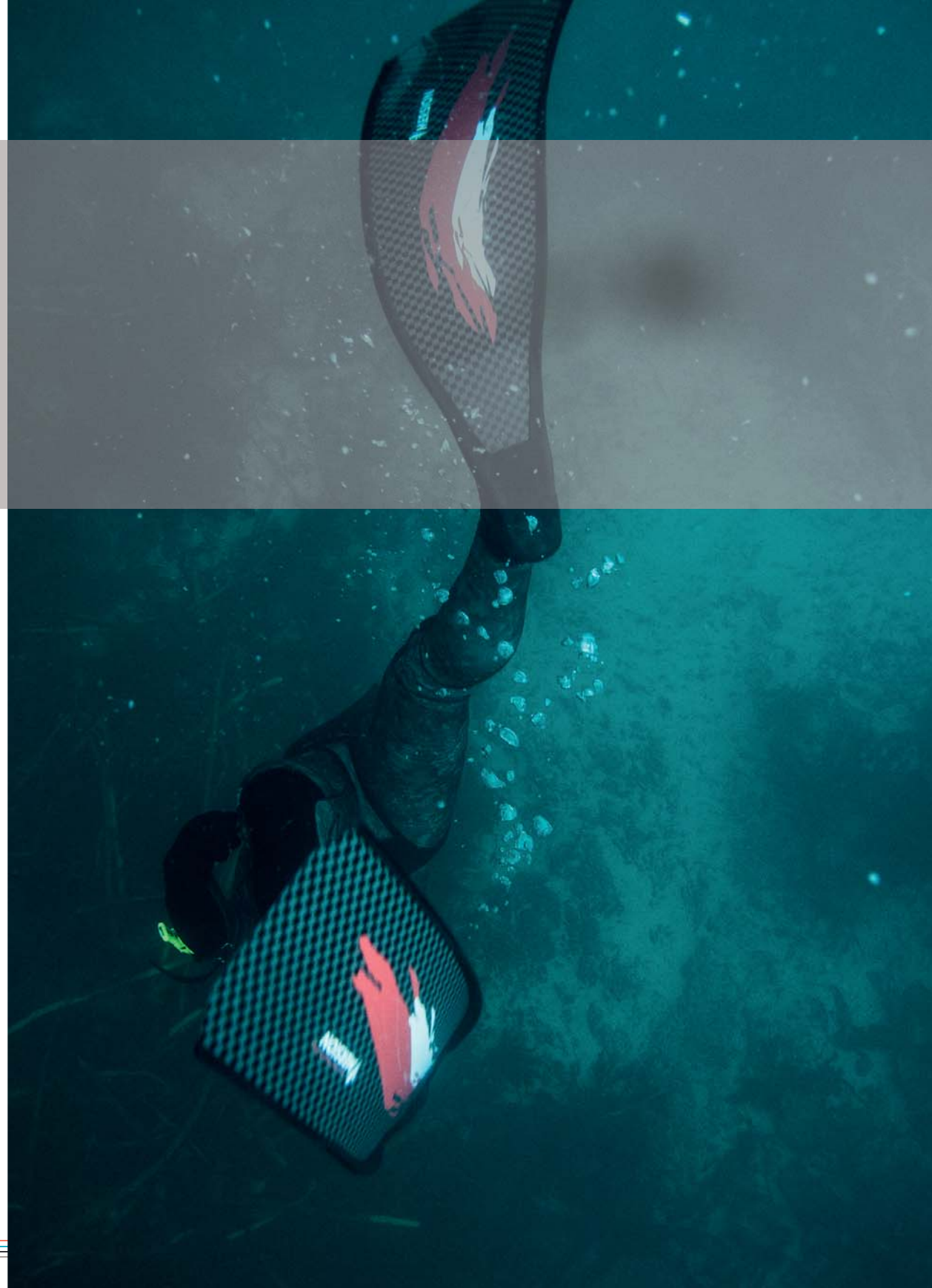




Fig.66

Descrizione Movimenti

La pinneggiata è un movimento che si può considerare innato per l'essere umano, in quanto richiama al classico nuoto senza le pinne. La differenza sta nel fatto che nel caso della pinneggiata, la resistenza dell'acqua è maggiore, perché applicata su tutta la superficie delle pinne. Questo permette di faticare di meno, in quanto uno spostamento maggiore e più rapido viene creato con minori movimenti degli arti inferiori. Questo maggior spostamento d'acqua però può comportare affaticamento muscolare e dei legamenti nel caso venga prolungato nel tempo, portando a varie complicazioni.

La pinneggiata varia a seconda di molti fattori che ne influenzano il corso: massa corporea, tono muscolare, tipo di pinne, allenamento e flessibilità delle articolazioni sono solo alcuni degli elementi che influenzano la pinneggiata.

Quindi non esiste una pinneggiata standard, valida per tutti gli individui.

In questo paragrafo cercheremo di capire cosa succede al corpo umano nel momento in cui pinneggiamo, cercando di capire quali muscoli e quali parti del corpo contribuiscono alla pinneggiata.

La pinneggiata comporta il movimento angolare di molte parti del corpo, in particolare degli arti inferiori. Si può suddivi-

dere il movimento in due fasi principali, l'andata, o detta anche calcio basso (kick down), e il ritorno, detto anche calcio alto (kick up).

La fase di andata comporta:

- Flessione plantare del piede
- Flessione della coscia
- Estensione della gamba
- Rotazione oraria del bacino

La fase di ritorno comporta:

- Flessione dorsale del piede
- Estensione della coscia
- Flessione della gamba
- Rotazione antioraria del bacino

Una volta capito quali sono i movimenti che vengono effettuati, bisogna cercare

di analizzare più nel dettaglio quali sono i muscoli principali che intervengono durante la pinneggiata.

Innanzitutto cerchiamo di capire come si comportano il piede e la caviglia. Durante l'andata si osserva la flessione plantare del piede con rotazione massima di 57° e i principali muscoli che intervengono sono: tricipite surale (formato dal gastrocnemio e dal soleo), flessore lungo delle dita e dell'alluce, muscoli peronei lungo e breve.

Durante il ritorno si osserva invece la flessione plantare del piede con rotazione minima di 10° e i principali muscoli in gioco sono: tibiale anteriore flessore lungo delle dita e dell'alluce, muscoli

Fig.67

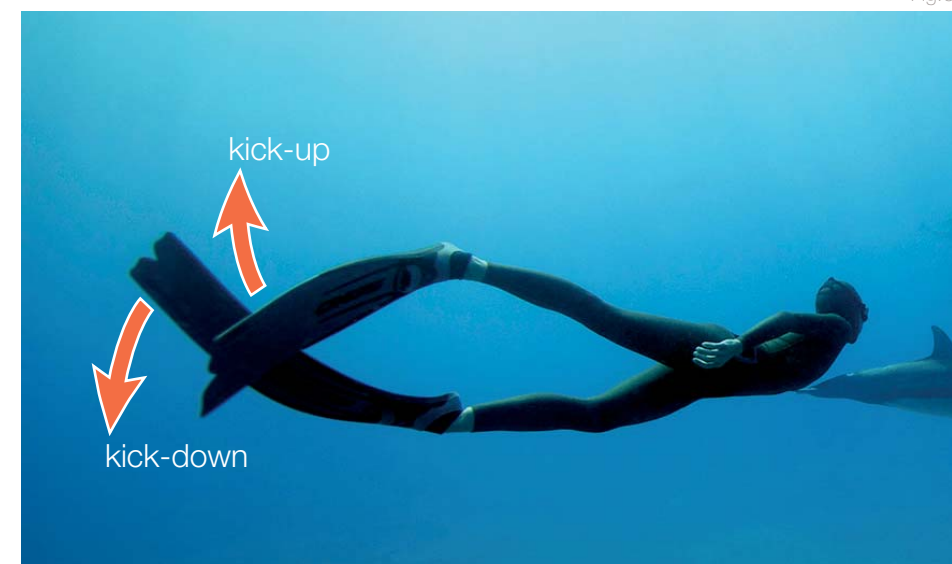


Fig.66: La pinneggiata è un movimento che richiede tecnica ed allenamento per ottenere buoni risultati.

Fig.67: I movimenti principali della pinneggiata.

peronei lungo e breve.

Per quanto riguarda la gamba ed il ginocchio invece durante l'andata si ha l'estensione della gamba e la massima rotazione anatomica di $-5,8^\circ$ e il muscolo principale è il quadricipite (formato da retto femorale, vasto mediale, laterale e intermedio che originano dal femore e dal bacino e si fondono nel tendine rotuleo posto tra tibia e rotula).

Durante il ritorno si ha la flessione della coscia con una rotazione massima di 76° e i principali muscoli sono i gastrocnemi, semitendinoso, semimembranoso, bicipite femorale, gracile (nell'interno coscia) e sartorio.

Durante l'andata si può inoltre osservare la flessione della coscia con rotazione massima di -39° e intervengono i seguenti muscoli: ileo-psoas (fondamentale per i movimenti del bacino e dell'anca), retto femorale, sartorio, gracile, adduttori e medio gluteo.

Durante il ritorno la coscia va in estensione con una rotazione di 21° e intervengono: bicipite femorale, semitendinoso e semimembranoso, grande gluteo, adduttori. ^[20]

Esistono varie **tecniche di pinneggiata**, ognuna con caratteristiche particolari e con pinne dedite allo specifico modo di pinneggiata.

La prima tecnica che possiamo osservare è la **pinneggiata fluttuante**, in cui gambe e piedi sono distesi, mentre le ginocchia devono essere

leggermente piegate; il movimento delle gambe è alternato e il tutto parte dall'anca, che deve essere il cardine dell'azione. La potenza di spinta si realizza nel momento in cui la pala della pinna scende verso il basso, mentre l'altra, nella fase di risalita, si prepara per il prossimo colpo; durante quest'azione è bene che mani e braccia stiano ferme o aderenti al corpo, poiché non devono essere utilizzate come strumento di spinta, in quanto non darebbero un significativo contributo alla propulsione, anzi, rappresenterebbero solamente un dispendio inutile di energie. Incontriamo poi la **pinneggiata a sforbicciata**, variante della pinneggiata fluttuante; si esegue sistemandosi in un fianco, con gambe distese e ginocchia leggermente piegate. I movimenti delle gambe sono alternati e si riavvicinano durante il contraccolpo, permettendo al subacqueo di eseguire brevi ma rilassanti planate.

Abbiamo poi a che fare con la **pinneggiata a delfino**, dove le gambe vengono tenute unite e, muovendosi in sincronia, producono la spinta propulsiva, mentre contemporaneamente il corpo ondeggia, proprio come fosse il movimento di un cetaceo. Questa tecnica è molto utile nel caso si perdesse una pinna, e si abbia la necessità di mantenere spinta propulsiva oppure, più comunemente quando si utilizza una monopinna, tecnica utilizzata anche negli sport olimpici.

Esiste poi la **pinneggiata a rana**, che rappresenta un'ottima tecnica al fine di ridurre ai minimi termini la sospensione dei sedimenti del fondale.



Pinneggiata Fluttuante



Pinneggiata a Rana



Pinneggiata a Delfino

20 Informazioni tratte da: Bardi M. (2013), Manuale di pesca in apnea

Fig.68: Le varie tecniche di pinneggiata.



Fig.69

I Problemi dell'utente

Il fatto che utilizzando le pinne si creino dolori articolari è qualcosa di risaputo e che affligge molti nuotatori. Infatti è noto come le pinne diano crampi a piedi ed ai polpacci, perché lo sforzo impresso alla pala, si riflette in maniera concentrata su una ristretta area della caviglia creando quindi fastidio. Infatti, visto lo sforzo generato durante la pinneggiata, si crea una leva che ha come fulcro la caviglia e di conseguenza questa parte del corpo è soggetta ad un elevato stress.

Lo sforzo quindi non è ripartito in maniera omogenea, e crea delle concentrazioni di stress che portano a dolori articolari, crampi e quant'altro.

Questi fenomeni sono accentuati nel caso in cui la pinna non abbia una forma perfettamente adattata al piede dell'utilizzatore, per esempio se di dimensioni leggermente inferiori, o se troppo stretta sui lati. Questo infatti causa un blocco della circolazione sanguigna, comportando notevoli dolori al piede.

I problemi legati alle pinne sono universalmente riconosciuti, chiunque abbia mai indossato un paio di pinne per un periodo prolungato può confermare come queste facciano male ai piedi.

Il problema sta nel fatto che gli esperti ritengono che l'allenamento e l'uso prolungato rimuovono gli effetti causati dalle pinne^[21], e di conseguenza, chi ne fa un uso

sporadico, oppure intenso ma solo in determinate stagioni, si ritrova a dover combattere con questi dolori. Un'altro motivo sta nel fatto che per pinneggiare è necessaria una tecnica corretta, ma il nuoto è un movimento innato, e per farlo non bisognerebbe conoscere tecniche particolari.

Per questo motivo si è deciso di far compilare un questionario on-line, pubblicato su alcuni forum specializzati in pesca subacquea ed apnea, per capire quali siano i fastidi più frequenti legati alle pinne.

Il questionario aveva come obiettivo quello di capire se effettivamente il problema dei fastidi legati alle pinne fosse qualcosa di reale e tangibile dagli

utenti più esperti, o se fosse soltanto un problema legato all'inesperienza degli utenti amatoriali.

È stato quindi formulato in maniera da essere rapido e semplice, raccogliendo importanti informazioni utili a giustificare la progettazione successiva, ma anche per capire dove sia più idoneo intervenire nella fase di progettazione.

Abbiamo scelto di aprire il questionario a chiunque avesse utilizzato delle pinne nella propria vita, ma si è data preferenza ad un utente più esperta, che come abbiamo già detto in precedenza, è il soggetto per il quale si vuole progettare nella prossima fase. Questa scelta è stata fatta anche per una questione di possibilità di sviluppo del progetto.

Fig.70



21 Brischigiario N., Sorvino P., (2012), Manuale del pescatore in apnea

Fig.69: Rilassare i muscoli e distenderli è una parte molto importante del freediving.

Fig.70: Una sessione di pesca può durare anche 6/7 ore, quindi è molto importante riposarsi per evitare crampi e dolori di vario genere.



Fig.71

Essendo un ambito sportivo, il valore aggiunto inseribile all'interno del progetto è molto più elevato rispetto la norma, e quindi è possibile spingere per ottenere qualcosa di più innovativo.

Il questionario è stato pubblicato su alcuni forum di apnea sportiva e pesca subacquea di diversi nazionalità.

Contrariamente alle aspettative la partecipazione è stata notevole e si è raggiunto un campione relativamente buono di **215 persone** che hanno compilato il questionario.

Questi numeri ci permettono quindi di parlare di statistiche abbastanza rilevanti e con un fondamento scientifico evidente. I risultati sono stati molto chiari e permettono di avere una chiara idea di cosa gli utenti pensino delle proprie pinne. Esploreremo adesso le conclusioni del questionario analizzando domanda per domanda, cercando di dare un'interpretazione alle risposte ricevute.

Innanzitutto bisogna evidenziare come questa attività sportiva sia **prevalentemente maschile**, in quanto il 90% delle risposte provengono da uomini, mettendo quindi in grande inferiorità il gentil sesso. Ciò non sorprende, in quanto se si pensa al mondo della caccia o della pesca, sono entrambi ambienti molto orientati verso un pubblico prevalentemente maschile.

Per quanto riguarda **l'età**, le risposte sono provenute per il in maggioranza dalla fascia di età 25-35 con il 33,5% e dalla fascia 15-25 con il 32%. Seguono la fascia

35-45 con il 22,5%, mentre in coda troviamo le fasce 45-60 (9%), 60-70(2%) e over 70 (1%).

Questo dimostra come quest'attività sia uno sport giovane, in cui la prestazione fisica è molto importante. Questo risultato potrebbe però essere facilmente obiettabile, in quanto il canale utilizzato per diffondere il questionario è stato quello di internet, ed è risaputo come le generazioni più anziane abbiano difficoltà con questi mezzi di comunicazione.

La domanda successiva riguardava la **tipologia di attività effettuata**, con la possibilità di rispondere più attività contemporaneamente. Questa domanda è stata posta più che con uno scopo di mappatura, con quello di capire se l'attività elencate potesse essere svolte dalla stessa persona, in maniera da capire in una successiva fase progettuale l'utilità di un eventuale intercambiabilità delle pale.

I risultati sono stati molto incoraggianti, in quanto si è evidenziato come il **76% delle persone intervistate pratica almeno due attività differenti** con le pinne, incentivando il pensiero di un sistema di pale comodamente intercambiabili. La classifica delle attività effettuate con le pinne dal campione analizzato vede in prima posizione, come prevedibile la pesca subacquea, con il 48% delle persone che svolgono quest'attività. A seguire abbiamo lo snorkeling con il 15% e subito dietro lo scuba-diving con il 13%.

Sesso

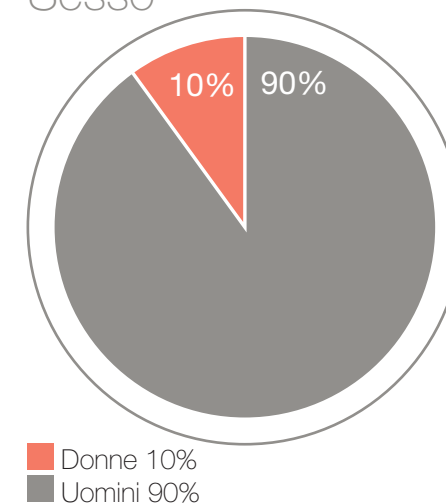


Fig.72

Età

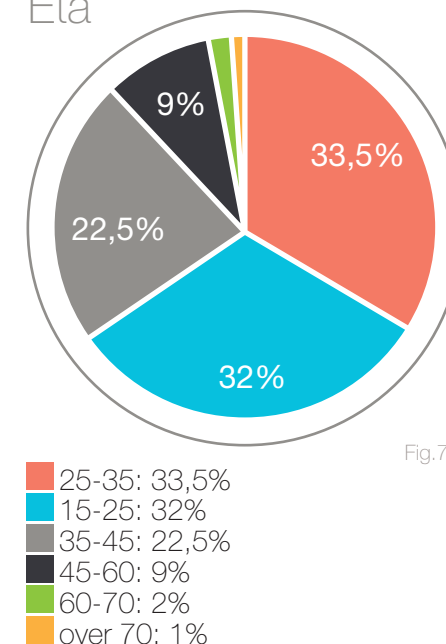


Fig.73

Fig.71: Le prede del pescatore subacqueo possono essere davvero di dimensioni notevoli e bisogna sempre essere pronti a dover lottare in un ambiente che non ci appartiene.

Fig.72: Risultati relativi alla domanda sul sesso

Fig.72: Risultati relativi alla domanda sull'età

Meno svolte invece sono le attività di Apnea sportiva, con il 9% e l'allenamento in piscina, con l'8%. Chiude la classifica la monopinna con il 3%, attività non ancora molto conosciuta ma che sta subendo una fortissima evoluzione ed è soggetta a moltissimi studi scientifici in quanto è da poco diventata una disciplina olimpica.

Dopo di che è stata posta la domanda sulla **frequenza con la quale vengono svolte queste attività** e anche in questo caso i risultati sono stati molto interessanti. Infatti, nonostante si tratti di uno sport acquatico, ben il **40% dei partecipanti ha risposto di praticare queste attività più di una volta la settimana**. Quello che risulta interessante poi è l'andamento delle risposte: le percentuali scendono da 40% per più di una volta la settimana, a 22% per una volta la settimana, a 11% per qualche volta al mese. Dopo di che risalgono per la risposta "solo in certi periodi dell'anno" fino al 19% e al 8% per qualche volta l'anno. Questo può dimostrare come siano delle attività che vengono praticate principalmente da abituarini, che ne fanno il proprio hobby, ma anche da persone che in certi periodi dell'anno, come ad esempio l'estate, amano praticare questo tipo di attività acquatiche. Notiamo anche come hanno partecipato pochi utenti sporadici.

Attività

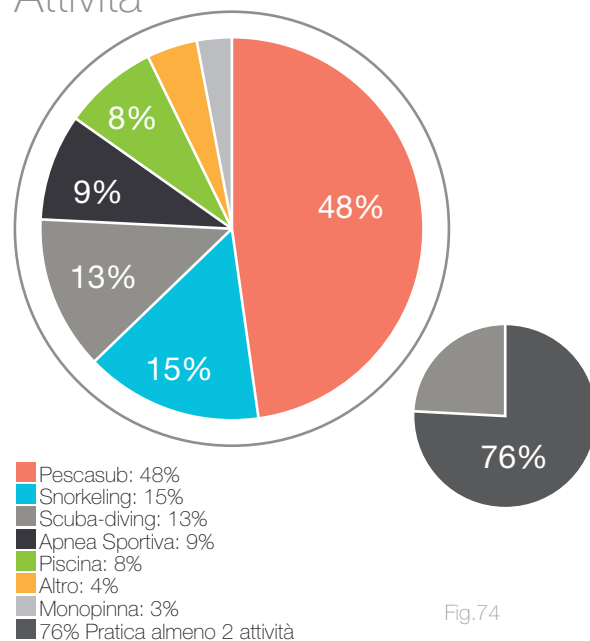


Fig.74

Frequenza

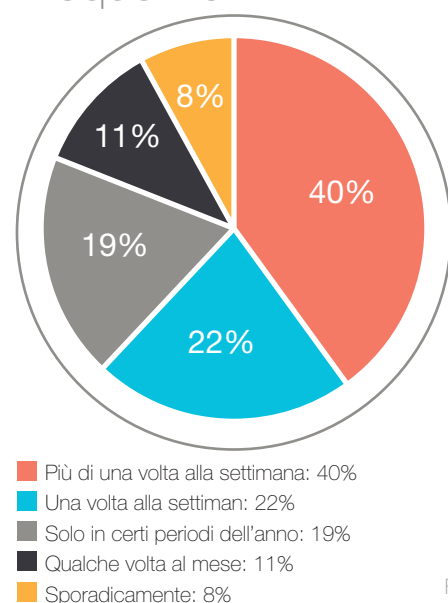


Fig.75

Fig.75: Risultati relativi alla frequenza con la quale vengono svolte le attività.

Dopo una prima fase in cui abbiamo mappato la popolazione che ha partecipato al sondaggio, le domande sono mirate a capire se effettivamente il problema dei dolori alle pinne sono qualcosa di reale o solo un problema degli amatori alle prime armi. I risultati hanno evidenziato infatti come il problema dei dolori causati dall'utilizzo delle pinne in varie attività, sia il problema non solo di utenti poco esperti, ma anche di quei sportivi che fanno delle pinne e dell'apnea la loro attività fisica preferita. Le domande hanno portato a risposte molto interessanti, che orientano in maniera decisa la progettazione successiva. Molte persone hanno anche cercato di dare consigli su alcuni punti da

rivedere nella progettazione delle pinne.

La prima domanda di questa sezione del questionario è molto semplice: "ha mai riscontrato dolori utilizzando le pinne?". Le persone potevano rispondere scegliendo tra diverse opzioni di quantificazione di questo eventuale avvenimento nel tempo. Le risposte sono abbastanza indicative dell'esistenza di una problematica: la maggioranza delle persone, ossia il 33% degli intervistati, ammette di soffrire spesso di dolori a causa delle pinne, mentre il 30% dice di soffrire sporadicamente, mentre solo il 2% dice di soffrire sempre. Quindi è già un 65% degli intervistati che ammette di soffrire abitualmente a causa delle

Dolori

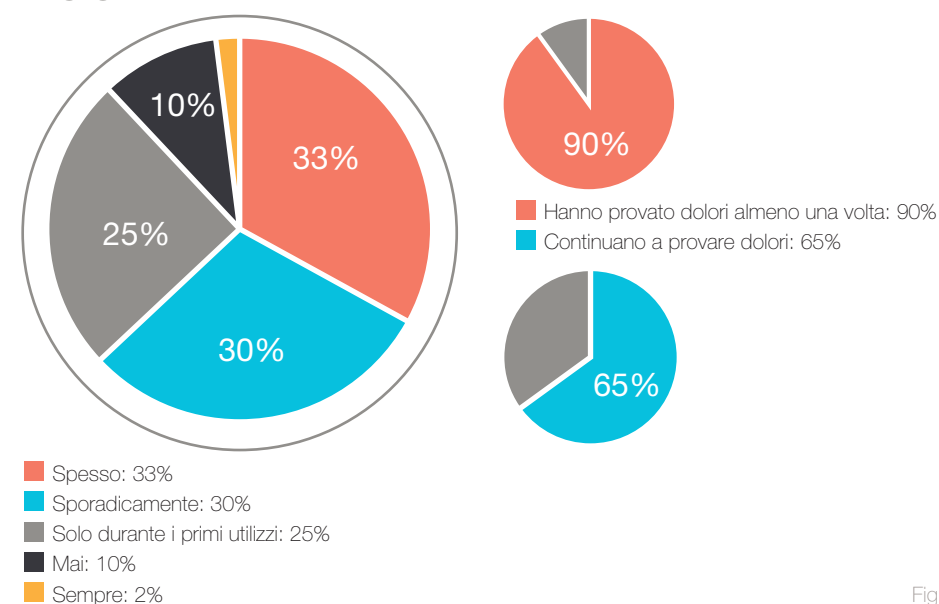


Fig.76

Fig.76: Risultati relativi alla frequenza con la quale appaiono i dolori relativi all'utilizzo delle pinne.

Fig.74: Risultati relativi alle attività svolte con le pinne.

pinne, una percentuale già molto elevata. E' interessante come il 25% dice di averne sofferto soltanto durante i primi utilizzi, mentre solo il 10% non ha mai provato fastidi. Le percentuali dimostrano quindi che **il problema dei dolori causati dalle pinne è qualcosa di reale e tangibile.**

Le risposte alla domanda precedente venivano seguite da una domanda in cui bisognava definire **quale tipo di fastidio si riscontrava in particolare.** In questo punto si poteva scegliere anche di non aver mai provato fastidio, e congruentemente alla domanda precedente solo l'11% ha detto di non provare fastidio.

Per quanto riguarda invece le tipologie di patologie che appare evidente come la problematica principale si quella dei **crampi muscolari in diverse parti del corpo, con un 35% degli intervistati che ammette di soffrire.** Quasi a pari merito però ci sono le vesciche e le abrasioni, che possiamo assimilare in una sola problematica in quanto le abrasioni sono dirette conseguenze delle formazioni di vesciche, raggiungendo un 33% delle risposte. Sorprendentemente, il 22% degli intervistati ha ammesso di avere problemi articolari dovuti alle pinne, con la segnalazione di due slogature di caviglia dovute alle pinne. I problemi articolari e le infiammazioni sono indicative di come le pinne costringano il piede ad un lavoro scorretto da parte

Tipologia

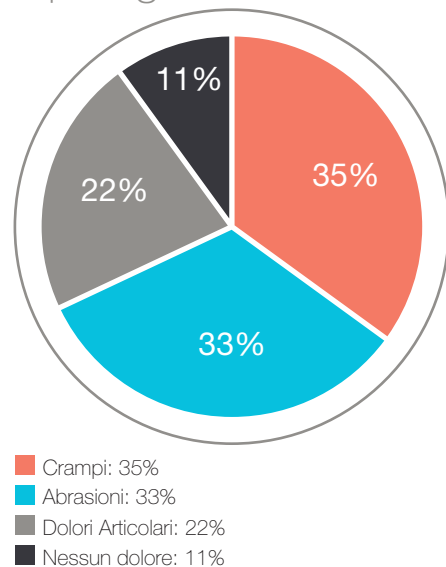


Fig.77

del corpo umano, mentre i crampi sono causati, come segnalato dagli intervistati, da una cattiva circolazione del sangue.

Nel questionario bisognava successivamente indicare **in quale zona questi fastidi si manifestavano,** e i risultati sono molto omogenei per la maggior parte del piede. Infatti la zona più colpita, in questo caso dai crampi, sono i polpacci, ma rappresentano solo la metà della percentuale di questo tipo di patologia: infatti un altro **14% dei crampi si manifesta sulla pianta del piede,** indicando un erroneo posizionamento del piede. Il restante 7% dei crampi si divide tra **dita dei piedi** e stinco in maniera equa,

con le dita dei piedi che sono spesso soggette ad abrasioni, concentrando il 13% delle problematiche. Leggermente sopra ci sono a pari merito, la pianta del piede, il lato del piede e la parte posteriore della caviglia con il 14%. Il lato del piede, insieme ai malleoli è soggetto probabilmente ad abrasioni e dolori articolari, mentre il **12% ammette di soffrire di dolori alla caviglia,** quindi di natura articolare. Chiudono la classifica il collo de piede con il 7%, lo stinco che abbiamo visto prima con un 4%, ed infine i malleoli con il 3%.

I dolori sono quindi distribuiti in moltissime zone del corpo e di natura molto diversa, sarà quindi complesso trovare un sistema per risolvere questi problemi.

Zone Colpite

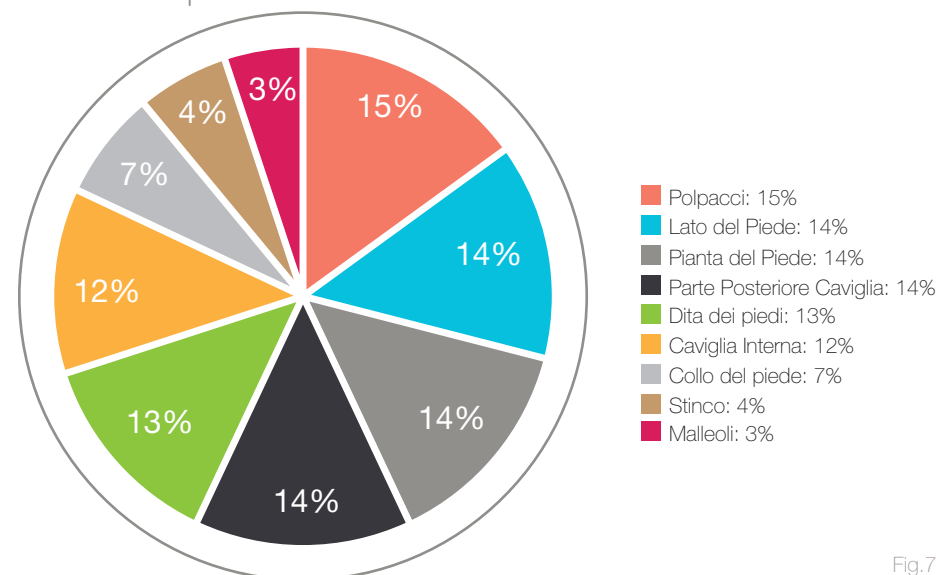


Fig.78

Fig.77: Risultati relativi alle tipologie di dolori causati dalle pinne.

Fig.78: Risultati relativi alle zone colpite dai dolori durante l'utilizzo delle pinne.

Volevamo quindi sapere che cosa era stato fatto dagli utenti per ovviare a questi dolori, per capire se esisteva una maniera per risolvere questa problematica.

Le risposte hanno mostrato come la maggior parte delle persone ha cercato di **apprendere le tecniche di pinneggiata**, per ridurre i fastidi, con un **32% delle risposte**. Un altro 28% dice di provare sollievo utilizzando i calzari, con un 28% delle risposte. Il 20% delle persone invece adotta un sistema più drastico, cambiando modello di pinne, cercandone uno che si adatti meglio alla sua forma del piede. E' molto interessante come il **10% degli intervistati ha ammesso di non aver fatto nulla per ovviare ai dolori, e ha imparato a convivere**: un classico esempio di sportivo che nonostante il dolore continua nella sua battuta di pesca. Un altro metodo, segnalato dalle persone è quello di fare stretching durante le uscite in acqua, con un 8% segnalato.

A questo punto si voleva capire un altro aspetto che potrebbe tornare utile in fase di progettazione, ossia se vengono utilizzati i calzari insieme alle pinne. I calzari sono utilizzati spesso da chi fa queste attività assiduamente: infatti il **65% dice di usare sempre i calzari insieme alle pinne**, mentre il 20% non usa mai i calzari restanti 15% si dividono tra sporadicamente(8%) e spesso(7%). Un altro indice che si

Soluzioni

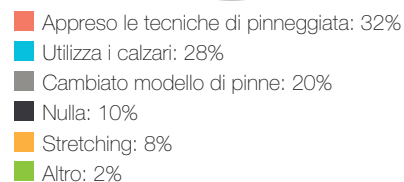
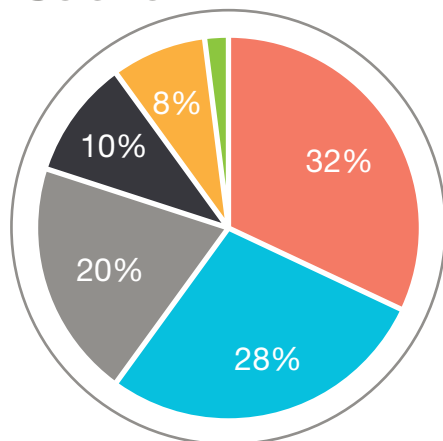


Fig.79

Calzari

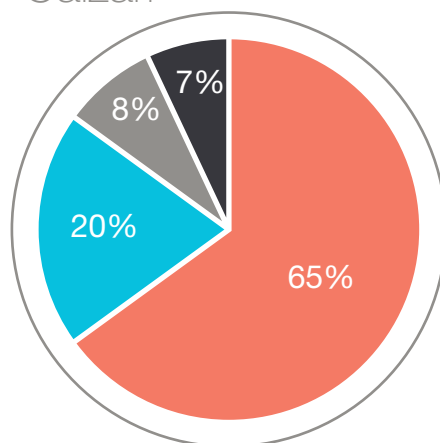


Fig.80

Fig.79: Risultati relativi alle soluzioni adottate dagli utenti per tentare di ovviare ai dolori.

Fig.80: Risultati relativi alla frequenza di utilizzo dei calzari insieme alle pinne.

tratta di un attività che prevede un certo tipo di tecnica ed esperienza.

Infine è stata posta una domanda puramente utile in fase di progettazione, per capire se a parte i dolori, le pinne creino altri fastidi di altre nature. I risultati sono stati molto interessanti in quanto è venuto fuori che la maggioranza delle persone (**36%**) **prova il maggior fastidio proprio durante l'utilizzo delle pinne**, quindi durante quel momento in cui il prodotto esegue quelle attività per le quali è stato progettato. Questo è indicativo di come ci sia qualcosa di sbagliato nella concezione delle pinne. Il 19% dice di provare fastidio durante il trasporto di questi oggetti ingombranti,

mentre il **18%** dice di provare fastidio al momento di infilare le pinne. Questo è dovuto probabilmente al materiale di cui sono fatte le scarpette delle pinne, che impediscono l'inserimento facile. Invece l'8% dice di avere problemi a sfilare le pinne: in questo caso la percentuale è bassa perché probabilmente il sollievo di togliersi questo fardello dai piedi prende il sopravvento sul fastidio. Ci stato segnalato diverse volte che potrebbe essere utile sganciare rapidamente le pale per poter uscire agilmente in barca o sugli scogli.

Momenti Problematici

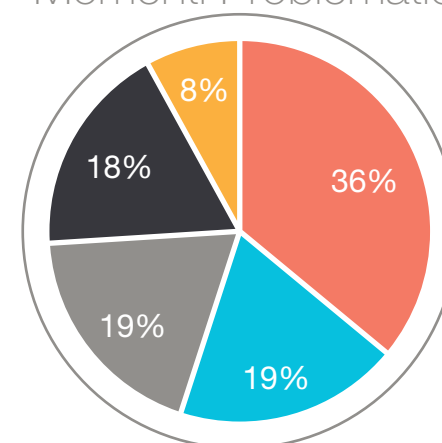


Fig.81

Fig.81: Risultati relativi ai momenti più problematici durante l'utilizzo delle pinne.

6

Le Patologie

Chiunque abbia mai utilizzato delle pinne da sub, sia come occasionalmente che assiduamente, può confermare che le pinne creano dolori legati in particolare allo struscamento e crampi al piede. Questo problema spesso non viene riconosciuto dalla comunità scientifica e dagli esperti. Secondo molti teorici infatti, i problemi legati alle pinne derivano da uno scorretto utilizzo di quest'ultimo, ossia una mancanza di tecnica da parte degli utilizzatori. Un altro punto sul quale giocano le aziende produttrici è il fatto che le pinne dovrebbero essere scelte con cura a seconda della forma del piede. Il piede può avere moltissime

forme diverse e di conseguenza trovare delle pinne adatte al proprio corpo può risultare un'impresa ardua o addirittura impossibile.

Per ovviare a questo problema esiste la soluzione dei calzari, ossia delle scarpette in neoprene che si interpongono tra la pinna e il piede, ed riducono i problemi legati alle abrasioni e riducono le differenze di adattamento tra pinna e piede.

Come abbiamo visto dal sondaggio che abbiamo effettuato, non importa quale sia il livello raggiunto nell'attività sportiva, i dolori ed i fastidi legati all'utilizzo di questi strumenti sono prepotentemente presenti. In questo capitolo studieremo le patologie legate all'utilizzo delle pinne.

Fig.82: Il mare è già pieno di pericoli e animali in grado di infliggere danno all'uomo. Non c'è bisogno che anche gli strumenti costruiti da egli stesso provochino danni.

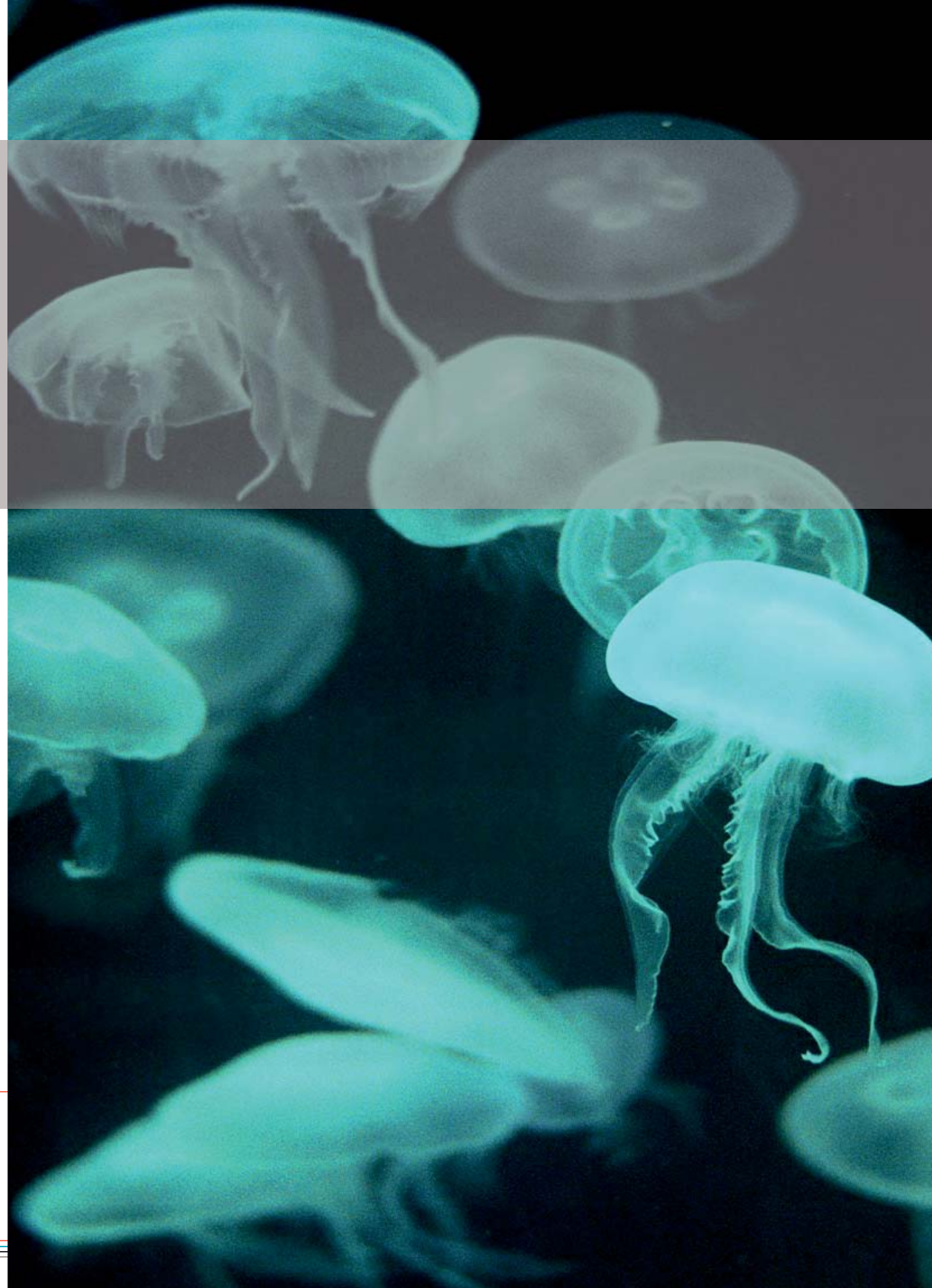




Fig.83

Sfregamento

Le patologie legate allo strusciamiento sono probabilmente il fastidio più frequente che si riscontra utilizzando le pinne. Infatti il movimento del piede lo porta a sfregarsi con il materiale polimerico delle pinne, portando quindi alla creazione di vesciche ed abrasioni in vari punti del piede. In particolare cerchiamo di capire a livello anatomico in che cosa consistono questi problemi.

- Escoriazione

L'escoriazione (detta anche abrasione) consiste in una lesione superficiale della cute o delle mucose. L'esco-

riazione è l'esito di traumi che agiscono in senso tangenziale provocando conseguenze un poco più importanti che nelle abrasioni. Nel caso delle ferite provocate dalle pinne, lo sfregamento avviene tra il materiale polimerico delle pinne e la cute del piede. In particolare le ferite sono più comuni in corrispondenza delle dita dei piedi e sul bordo alto della calzatura, dove il movimento della pinna rispetto alla pelle è maggiore. La guarigione (a meno che non si abbiano dei processi infettivi localizzati o generalizzati) avviene in pochi giorni e si forma, al di sopra della ferita, una crosta giallastra, o siero-ematica (se è interessato anche il derma delle mucose), che nel giro di 4-6 giorni cade sen-

za lasciare residui. A volte si possono formare cicatrici superficiali biancastre che, con il tempo, scompaiono. Un'escoriazione richiede un trattamento blando ma efficace: occorre lavare con cura la parte affetta e proteggere il tutto con una fasciatura sterile.

- Bolle

Le bolle, dette anche vesciche, consistono in una lesione cutanea caratterizzata dalla formazione di una raccolta di liquido nello spessore dell'epidermide o tra questa e il derma. Se di piccole dimensioni (diametro inferiore a 3 mm) viene definita vescicola. Il liquido contenuto nella bolla può avere aspetto sieroso o siero-emorragico. Le bolle si possono formare in seguito a ustioni o causticazioni (in tal caso vengono anche denominate fiittene) o per l'azione sulla cute di diverse sostanze ad azione irritante, oppure esse possono comparire come elemento caratteristico in diverse malattie della pelle oppure in seguito allo strusciamiento della cute su altri oggetti. Di solito le bolle si rompono lasciando fuoriuscire il liquido contenuto. Residuano così delle lesioni ulcerate che poi vengono ricoperte da una crosta e guariscono. Se invece si infettano, il liquido contenuto assume un aspetto purulento e la lesione, che residua dopo la rottura, è ulcerata e essudante. La terapia varia a seconda della causa l'applicazione locale di antisettici o di antibiotici può facilitare la

guarigione impedendo il sovrapporsi di processi infettivi. Nel caso delle pinne, queste vesciche vengono causate dallo sfregamento con il materiale polimerico della pinna, in particolare nelle zone alte della calzatura e in corrispondenza delle dita dei piedi. Da queste derivano le abrasioni che tanto dolgono durante la pinneggiata. I calzari possono ridurre questo fenomeno, ma se la pinna non calza perfettamente, allora, nonostante i calzari, il problema della abrasioni persiste.

Fig.84



Fig.84: Le abrasioni dovute alle pinne possono risultare estremamente dolorose.

Fig.83: Le lunghe permanenze in mare comportano l'apparizione di abrasioni dovute allo strusciamiento delle pinne sulla cute.



Fig.85

Patologie Muscolari

La pinneggiata è un movimento che può sembrare naturale a prima vista, in quanto il nuoto risulta qualcosa di innato per l'essere umano. Il problema delle pinne sta nel fatto che rappresentano un prolungamento artificiale del piede, e di conseguenza lo sforzo creato dalla pinneggiata, come abbiamo già visto in precedenza, impone uno stress ai muscoli e tendini della gamba molto superiori al normale nuoto, e questo porta a molti affaticamenti e problemi di natura muscolare e tendinea, come crampi, stiramenti ed infiammazioni.

In molte situazioni professionali, come la pesca subacquea o le immersioni, i lunghi tempi delle uscite comportano uno stress ancora maggiore sui muscoli del piede e della gamba. Vediamo ora però più nel dettaglio in cosa consistono le principali patologie legate ai muscoli durante la pinneggiata.

- Crampi

Il crampo si presenta come un dolore improvviso, acuto, spesso lancinante, che costringe l'individuo all'immobilità. Il crampo è un potente spasmo involontario di uno o più muscoli striati, che insorge in modo repentino e doloroso

Fig.86: I crampi sono una conseguenza di vari fattori che interagiscono per creare degli spasmi dolorosi.

presentandosi come una fitta acuta. In breve si può definire come una contrazione involontaria della muscolatura volontaria. Può verificarsi durante lo sforzo, subito dopo o anche varie ore più tardi, spesso durante la notte successiva, nel sonno. Nel nuoto i muscoli più colpiti sono il quadricipite e il bicipite femorale (i muscoli della coscia) e il polpaccio, ma spesso possono essere coinvolti anche alcuni muscoli dorsali e addominali^[22].

Le cause del crampo derivano come abbiamo detto da un affaticamento inadeguato rispetto all'allenamento dell'atleta, ma possono anche derivare da movimenti innaturali e forzati e da problemi di circolazione. Per quanto riguar-

da la prima causa c'è ben poco che si può fare se non allenarsi, ma le altre due risultano molto interessanti nel caso della pinneggiata. Infatti, come abbiamo già più volte ripetuto, rappresentano un movimento ed uno sforzo non naturale per il corpo umano e di conseguenza portano alla comparsa dei crampi muscolari. Questo problema può essere ammortizzato dall'allenamento fisico, ma nonostante tutto i crampi non spariscono neanche a persone che effettuano attività come la pesca sub più di una volta a settimana.

Questo avviene in particolare per un motivo preciso, che prescinde dall'allenamento: i problemi di circolazione. Le pinne, anche in associazione con i cal-



Fig.86

22 Zatóň K., Jaszczak M., (2008), Science in swimming II

Fig.87: Gli sportivi sono spesso soggetti a crampi.



Fig.87

zari, rappresentano un' ostruzione ad una corretta circolazione del sangue e di conseguenza questo porta alla comparsa di crampi al piede. Le pinne infatti necessitano di rimanere ben salde al piede dell'utente, ma così facendo ostruiscono il fluire del sangue e quindi comportano l'apparizione di crampi.

- Infiammazioni Muscolari

Successivamente allo sforzo creato dalla pinneggiata, è possibile riscontrare dolore anche dopo aver terminato l'uscita in acqua.

Questo perché i muscoli si sono in-

fiammati, anche se non si tratta di una vera e propria infiammazione, ma la conseguenza dell'affaticamento dovuto all'eccessivo e scorretto sforzo muscolare durante la pinneggiata.

Ciò che accade è che i muscoli che lavorano in maniera più consistente, subiscono delle microlesioni superficiali, che cicatrizzandosi aumentano la massa muscolare, e quindi migliorano l'allenamento. Se però questo affaticamento muscolare perviene ogni qualvolta che si effettua un determinato sforzo, allora ciò vuol dire che il muscolo non sta lavorando correttamente, e quindi rischia di incorrere in infiammazioni croniche. Questo è appunto il caso delle pinne, infatti molte persone

che hanno usato le pinne in modo scorretto per un periodo troppo prolungato, si ritrovano con forti dolori ai muscoli del piede, e di conseguenza non possono più effettuare le attività sportive desiderate per un certo periodo di tempo. Questo problema è oviabile con l'allenamento corretto e non eccessivo e con un corretto movimento della pinneggiata, anche se ciò non risulta sempre possibile.

Patologie Articolari

Durante la pinneggiata, per il solito motivo di movimento e sforzo innaturale, le articolazioni della caviglia subiscono un forte stress che può portare spesso alla comparsa di dolori articolari. Il sondaggio ha infatti mostrato che il 22% riscontra dolori articolari durante la pinneggiata.

I problemi articolari nascono dalla concentrazione di sforzo situato nella caviglia. In questo modo, l'articolazione diventa il fulcro di una leva non naturale, amplificata dalla pinna, e di conseguenza si ritrova in una situazione di sforzo non conforme ad un corretto funzionamento di essa.



Fig.88

Fig.87: Le infiammazioni muscolari sono le conseguenze di movimenti errati prolungati nel tempo.

Fig. 88: Vista ai raggi X di una caviglia.



- Caviglia

Se nel nuoto classico questo problema non sussiste, nel nuoto pinnato invece è una situazione ben conosciuta. Infatti sono stati effettuati degli studi su dei nuotatori di nuoto pinnato, sport che si effettua con la monopinna, e il risultato è che nella maggior parte degli atleti è avvenuta una mutazione delle ossa del tarso in seguito all' utilizzo intenso della monopinna ^[23]. Questo ci permette di capire come la resistenza della pala influisca moltissimo sull'articolazione della caviglia. Inoltre, durante il sondaggio ci siamo resi conto di come questi dolori afflig-

gano anche i legamenti della caviglia, che infatti è stato dimostrato come subiscano un allungamento durante la pinneggiata. In alcuni casi estremi, si sono anche verificati degli slogamenti della caviglia, probabilmente in situazioni e condizioni particolari, ma sono quindi intuibili i potenziali effetti negativi che la pala ha sulla nostra articolazione

- Dita dei Piedi

Un altro punto del corpo in cui gli utenti hanno dichiarato di avvertire dolori articolari, sono le dita dei piedi. Questo fenomeno è dovuto all'associazione di diversi fattori che concorrono alla comparsa di

questi fastidi. Infatti i muscoli delle dita dei piedi si trovano in una situazione di perenne contrazione, in quanto durante la fase di ritorno della pinneggiata spingono contro il fondo della scarpetta per spostare la pinna, e rimangono in questa situazione per tutto il tempo. Questo provoca dolori articolari e crampi muscolari, perché le dita del piede non sono ideate per questo tipo di lavoro. Visto che non esiste una ragione specifica per la quale le dita debbano essere in questa condizione innaturale, a differenza per esempio di una ballerina per la quale le dita dei piedi devono, per ragioni estetiche, subire una deformazione, le pinne non hanno motivo di creare questo tipo di problematiche.

Abbiamo visto come lo sforzo innaturale effettuato durante la pinneggiata, insieme ad una scorretta configurazione della pinna, porta all'apparizione di diversi problemi fisici e patologie molto fastidiose, che possono limitare la durata delle uscite in acqua.

Gli oggetti dovrebbero essere disegnati per ottimizzare lo sforzo e migliorare la vita delle persone, e non dovrebbe accadere che le persone si debbano adattare agli oggetti e convivere con questo tipo di problemi

Fig.90

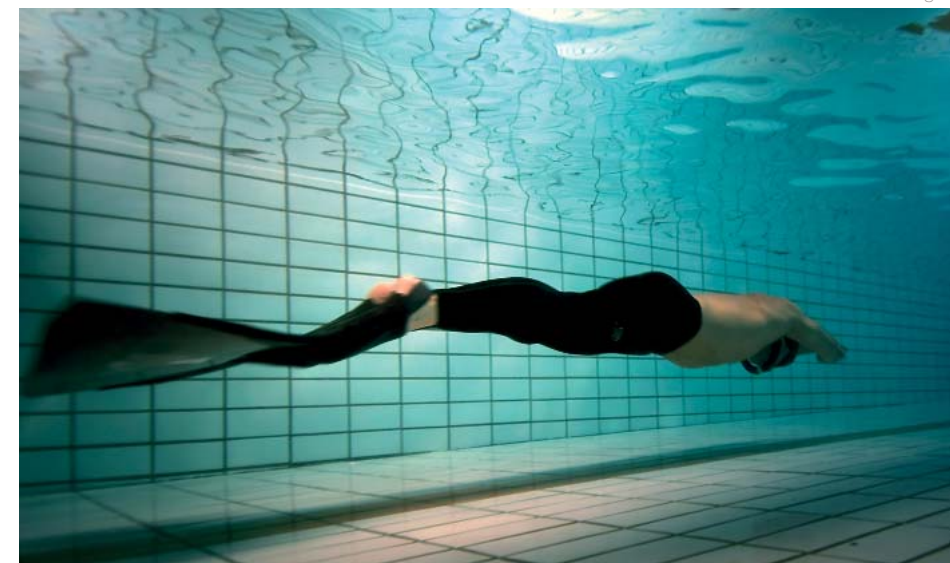


Fig.90: I nuotatori sportivi soffrono spesso di dolori dovuti alla monopinna.

23 Zaton K., Jaszczak M., (2008), Science in swimming II

Fig.89: vista ai raggi X di un piede.

7

Briefing

Dopo aver accumulato tutto il materiale della ricerca, è arrivato il momento di tirare le somme e mappare in maniera chiara ed esplicita quali sono le problematiche legate all'utilizzo delle pinne, cercando di non tralasciare nessun aspetto emerso dalla fase di ricerca. Questo tipo di lavoro ci permetterà di farci un'idea chiara di quale percorso intraprendere per la fase progettuale, riuscendo a mirare meglio le idee che possono sfiorare la mente.

Gli spunti, le intuizioni, i risultati scientifici e quant'altro, verrà posto nero su bianco per riuscire ad eviscerare un sunto pulito ed esplicito di tutta la fase

di ricerca. Dopo aver mappato le informazioni raccolte, dovremo rielaborarle per poter trarre un brief di progetto utilizzabile durante la fase di concept, che rispetti i dati raccolti dagli utenti e tenga conto delle informazioni da essi forniteci.

Fig.91: La ricerca ha posto i semi per lo sviluppo delle idee future, come se fossero le uova del progetto.





Fig.92

Sintesi Ricerca

Giunge ora il momento di tirare le somme e ricapitolare brevemente i risultati della ricerca effettuata.

Per far ciò abbiamo deciso di suddividere la ricerca in 6 componenti principali, che poi corrispondono ai capitoli affrontati:

- Utente
- Contesto
- Anatomia
- Utilizzo
- Materiali
- Prezzo

Utente

Innanzitutto definiamo l'utenza per la

quale stiamo progettando: l'utente è un pescatore sub o un freediver che si cimenta nella sua attività con molta passione, ed è quindi considerabile un utente esperto, che punta ad avere la massima performance dal prodotto, senza scendere a compromessi in fatto di innovazione e qualità del prodotto.

Questo orienterà lo sviluppo in una direzione precisa e permetterà probabilmente di poter azzardare maggiormente con alcune scelte progettuali.

Contesto

Il contesto è chiaramente quello del mondo marino, quindi bisognerà senz'altro

tener conto di questo aspetto, soprattutto durante la scelta dei materiali. La salinità del mare sarà infatti un probabile ostacolo alla scelta di alcune tipologie di materiali.

Anatomia

Durante la ricerca, mettendo insieme molti dati scientifici giunti dal questionario e un pizzico di esperienza personale, risulta evidente come le pinne provochino forti dolore ai piedi e alle gambe. Il problema risiede nella conformazione della pinna che concentra lo sforzo sulla caviglia e non lo distribuisce. La sfida principale di questo progetto sarà appunto quella di tentare di risolvere questo problema, o per lo meno ridurlo di intensità.

Utilizzo

I problemi di utilizzo della pinna sono dovuti in parte alla conformazione della pinna stessa, ma un altro importante fattore risiede nella comprensione del modo d'uso della pinna nel suo contesto di utilizzo, che risulta essere molto ampio. Infatti la pinna è un oggetto anfibo che vive dentro e fuori dall'acqua, e di conseguenza necessiterà di caratteristiche ambivalenti. Considerando i suggerimenti arrivati dagli utenti intervistati, dovremo cercare di migliorare questo aspetto.

Materiali

I materiali da utilizzare richiamano gli altri capitoli affrontati durante la ricerca, e dovranno di conseguenza tener conto di vari aspetti.

Ergonomicamente parlando bisognerà trovare i materiali che si adattano meglio alle esigenze anatomiche dell'utente, trasmettendo l'energia ma allo stesso tempo risultando comodi da indossare. A livello di contesto di utilizzo invece dovranno essere in grado di resistere in un ambiente molto aggressivo come l'acqua marina.

Prezzo

A livello di costi faremo riferimento alla progettazione per un utente esperto che punta moltissimo alla performance del prodotto e tiene poco conto del prezzo al quale ottenere le prestazioni desiderate. I materiali quindi terranno conto di queste considerazioni, e sarà possibile l'utilizzo di tecnologie avanzate per permettere un risultato finale più performante.

Nella pagina successiva abbiamo elaborato uno schema che riassume ancora di più queste informazioni e mette in connessione tra di loro i vari aspetti affrontati nella ricerca.

Fig.92: Un progetto ha bisogno fondare le proprie radici per poter crescere.

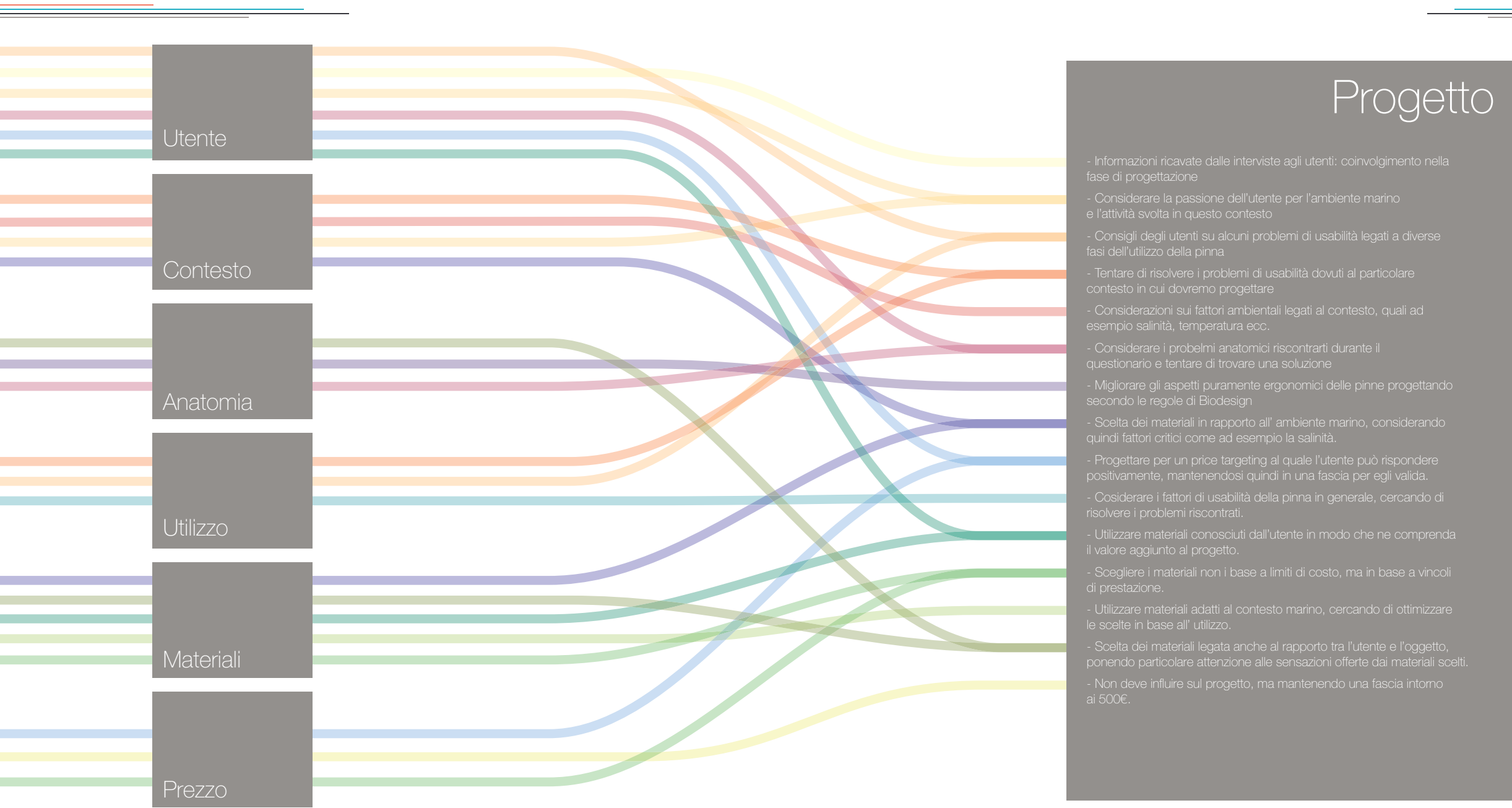


Fig.93: Schema di flusso in cui i vari settori della ricerca confluiscono in idee progettuali.



Fig.94

Brief

Per quanto riguarda il brief, prenderemo in considerazione tutti gli spunti sintetizzati nelle pagine precedenti tirando fuori idee e possibili soluzioni.

Il brief indicherà un progetto orientato per un utente sportivo, che fa della pesca sub la sua attività principale e si potrà quindi ipotizzare un price targeting di circa 400€.

Il prodotto dovrà risolvere le problematiche legate ai dolori dovuti alla pinneggiata o per lo meno cercare di ridurli. Per far ciò servirà la progettazione di un tutore, un ausilio che permetta di diffondere lo sforzo creato durante la pinneggiata e spostarlo dalla cavaglia, per evitare l'apparizione

di dolori articolari. Per questo aspetto si potrà prendere ispirazione dai tutori dorsali già esistenti. Si vogliono infatti ridurre in particolare i problemi articolari e i crampi ai piedi.

Per quanto riguarda l'usabilità ci focalizzeremo sull'aspetto anfibio della pinna, per migliorare ingresso ed uscita dall'acqua.

Sarà inoltre molto importante tener conto della questione di autoproduzione e dell'artigianato che ruota intorno al mondo della pesca subacquea.

Come per ogni oggetto sportivo, la scarpetta dovrà essere con misure diverse per adattarsi alle diverse taglie dei piedi.

Materiali

- Precedenza alle performance
- Prezzo intorno ai 400 €
- Possibilità di adattarsi a diversi materiali
- Materiali compatibili con l'acqua marina

Ergonomia

- Scarpetta con taglie diverse
- Ausilio che riduca i dolori durante la pinneggiata
- Non limitare i movimenti dell'utente
- Non limitare i movimenti sulla terraferma
- Attenzione al confort con materiali confortevoli senza cuciture
- Rispettare l'aspetto sportivo del settore

Usabilità

- Prodotto anfibio
- Facilitare ingresso e uscita dall'acqua
- Facilitare l'inserimento
- Possibilità di rimuovere rapidamente la pala
- Meccanismo ambidestro universale
- Pale intercambiabili
- Utilizzabile anche indossando i guanti

Fig.94: Le idee scorrono, e come un fiume sfociano da qualche parte



Seconda Parte

8

Concept

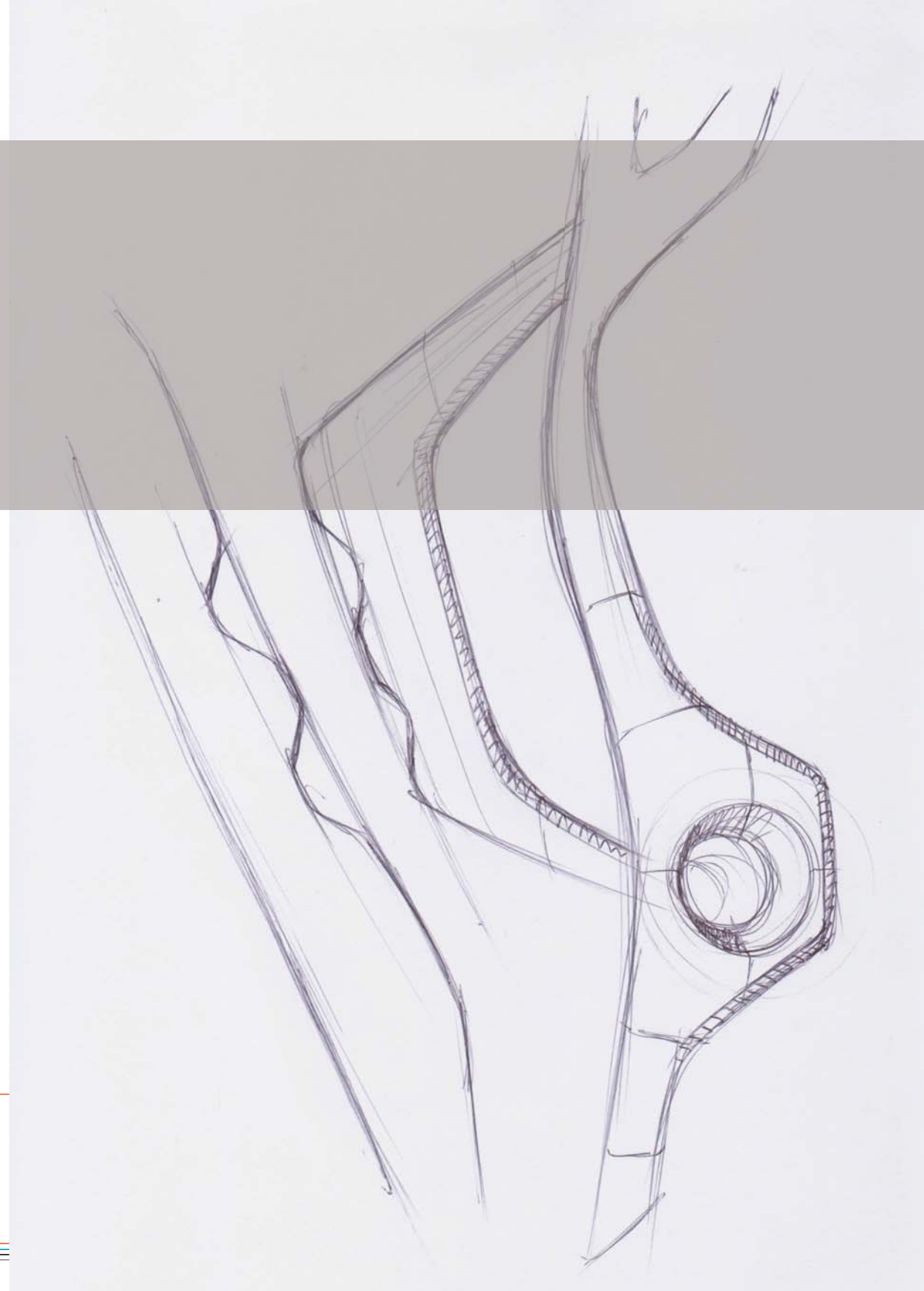
Questa fase di concept è stata particolarmente incentrata su due aspetti principali, ossia il meccanismo di aggancio delle pale, e trovare una soluzione valida al problema dei dolori.

In particolare sono state effettuate diverse prove di effettivo funzionamento di idee che affioravano alla mente, in particolare per trovare una forma corretta per il sostegno che deve diffondere lo sforzo creato dalla pinneggiata. Sono state quindi fatte numerosissime prove, di cui sono state riportate solamente alcuni esempi, per trovare la sezione che meglio si adattasse alla forma del piede e che

funzionasse nella maniera più corretta trovando un giusto compromesso tra la libertà lasciata al movimento del piede e il mantenimento di una posizione corretta. Solo attraverso questo processo è stato possibile trovare una soluzione che fosse soddisfacente.

Anche il tema del meccanismo è stato affrontato in maniera vasta, per riuscire a trovare il concetto che funzionasse nella maniera migliore, cercando un compromesso tra resistenza, forma e leggerezza.

Fig.95: Astrazione delle linee della scarpetta.



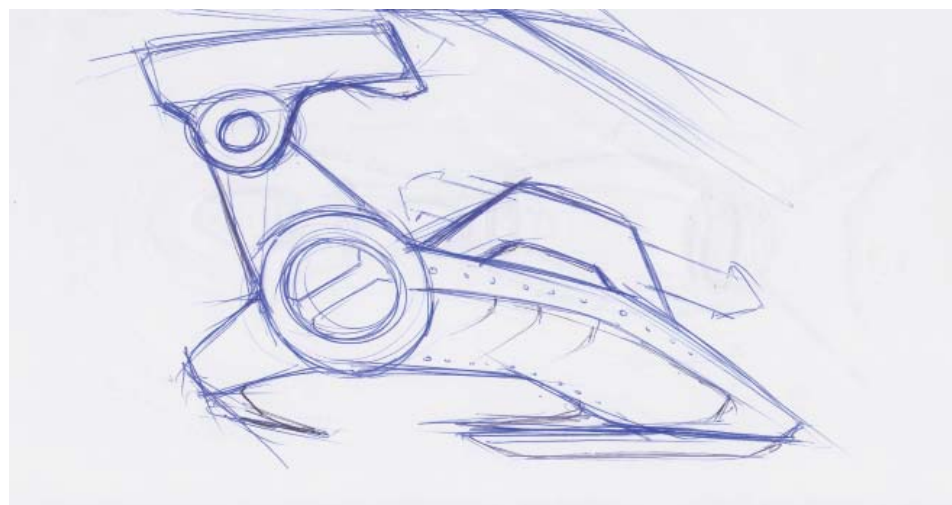


Fig.96

Meccanismo

L'idea iniziale era quella di creare una pinna alla quale potesse essere collegata una pala attraverso un'intersezione tra suola e scarpetta. Questo creava una suola tridimensionale molto complessa, che comportava un'insieme di problematiche produttive. È stata infatti una scelta, quella di ragionare subito in termini produttivi onde evitare di portare avanti idee irrealizzabili.

Questo tipo di idea complicava molto la suola, ma manteneva un meccanismo semplice per quanto riguarda l'attacco della pala.

Successivamente si è cambiato decisamente rotta, tentando di mantenere

una suola più semplice, complicando il meccanismo che sarebbe però diventato universale per tutte le taglie. Questo permetteva di creare un sistema produttivamente efficiente, in quanto la produzione più complessa avveniva per un solo componente del progetto.

Le difficoltà risiedevano poi nel far funzionare questo meccanismo, e prendendo ispirazione dal mondo dello sci ne è nata la soluzione che vedremo nelle pagine successive.

Il meccanismo di aggancio è stata la parte più complessa da progettare, in quanto da questo fattore dipendeva tutta la linea della scarpa e di conseguenza era di fondamentale importanza riuscire ad asciu-

gare il meccanismo fino a raggiungere un compromesso tra forma, funzione e produzione.

L'idea di creare intersezione tra suola e aggancio portava ad un vincolo molto solido tra pinna e scarpetta e di conseguenza bisognava riuscire ad ottenere le stesse prestazioni con un altro tipo di meccanismo, più leggero e meno ingombrante.

Gli attacchi da sci-alpinismo hanno portato l'ispirazione per arrivare ad una soluzione valida.

Un altro problema consisteva nel contesto di utilizzo in cui dovevamo progettare, ossia l'ambiente marino. Posizionare un sistema meccanico in un ambiente aggressivo come l'acqua

marina non è affatto semplice. Bisogna decidere innanzi tutto se tentare di schermare il meccanismo, o se invece lasciarlo aperto, utilizzando materiali compatibili. La nostra scelta è stata per la seconda strada e abbiamo pensato ad un meccanismo aperto.

A questo punto però interveniva il problema della sabbia che poteva infilarsi nel meccanismo e quindi è stato necessario asciugare il più possibile i componenti, limitando al minimo il contatto tra di essi per evitare che i granelli di sabbia interferissero con il movimento.

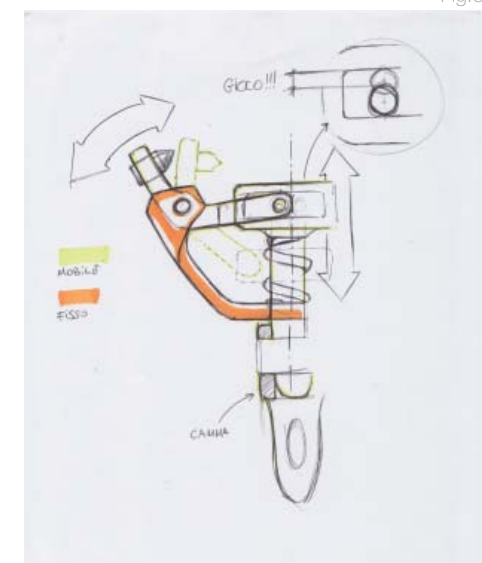
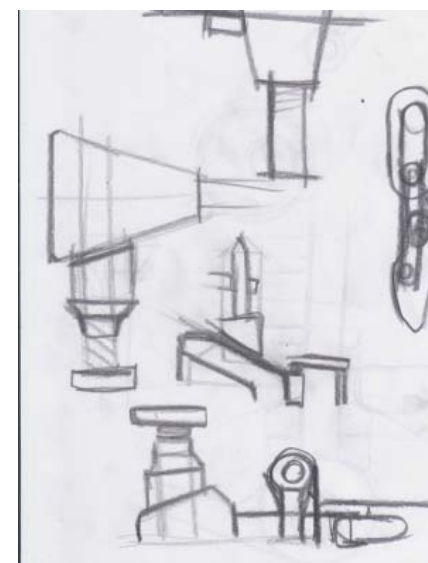


Fig.97

Fig.96: Disegno iniziale di una scarpetta regolabile

Fig.97: Schizzi di meccanismo



Fig.98

Ergonomia

Per quanto riguarda gli aspetti ergonomici del progetto si è deciso di intraprendere una via più pratica per impostare la progettazione, ossia quella di provare e sperimentare varie soluzioni. Per migliorare l'ergonomia delle pinne abbiamo già detto che le intenzioni sono quelle di aumentare la superficie sulla quale si distribuisce lo sforzo durante la pinneggiata per evitare di sforzare esageratamente la caviglia. Per far ciò l'idea è quella di posizionare un ausilio nella parte alta del collo del piede, che colleghi il metatarso alla parte inferiore della gamba. In questo modo l'ausilio dovrebbe assorbire lo sforzo creatosi durante la

pinneggiata e distribuirlo in modo omogeneo sul collo del piede. Riteniamo fondamentale sottolineare come l'obiettivo è quello di ridurre i fastidi legati alla pinneggiata, e non quello di eliminare totalmente il lavoro del corpo umano. Questo perché riteniamo importante lasciare comunque un aspetto sportivo all'attività della pesca sub, e quindi eliminare ogni tipo di sforzo non rientra in un ottica sportiva. Abbiamo deciso di sperimentare, di provare, di costruire per cercare di avere un'idea diretta ed immediata dell'eventuale funzionamento del progetto. Sono state costruite diverse forme, utilizzando materiali differenti per capire quale di queste potesse compiere meglio il

Fig.98: Alcune delle geometrie testate per l'ausilio

compito che ci siamo proposti.

Inizialmente si tentata la strada del semplice materiale in lastra, in quanto permetteva le maggiori prestazioni in termini di ritorno elastico, ma ben presto ci siamo accorti che una sezione di questo genere limita irrimediabilmente la possibilità di movimento laterale.

E' infatti vero che anche se la maggior parte dello sforzo si concentra in un sforzo definito, non si possono allo stesso tempo limitare i movimenti del piede, necessari ad una stabilizzazione durante il nuoto.

Ci siamo quindi orientati verso una direzione che permettesse, oltre al ritorno elastico, anche la possibilità di movimenti laterali. Sono state provate diverse forme, per capire se l'idea potesse essere valida. Il primo passo in avanti è stata un ausilio a forma di "S" ripetuta, che funzionava molto bene, ma creava delle grinze e si muoveva in maniera tale che poteva essere possibile una generazione di fastidio verso l'utente. Ci siamo affacciati al mondo dei tutori per capire come funzionavano questi ultimi, in quanto è esattamente il concetto che volevamo esprimere. Sono stati testati alcuni tipi particolari di molle, ma non generavano supporto sufficiente. Alla fine si è deciso di seguire una via molto semplice ma efficace, ossia quella di due sezioni tubolari, che permettono un ottimo ritorno elastico ma allo stesso tempo non impediscono i movimenti laterali.



Fig.99

Fig.99: Processo di creazione di un calco del piede eseguito per capirne le geometrie



Fig.100

Fig.100: Diverse prove di posizionamento di alcune geometrie di ausilio per capire il funzionamento con il piede

9

Progetto Mako

Nelle pagine seguenti vedremo i risultati della progettazione di un paio di pinne che intendono ridurre il dolore che si avverte durante l'utilizzo prolungato di questi strumenti. È stato provato che il dolore non è una semplice suggestione dei principianti, bensì un vero e proprio problema che incorre anche agli utilizzatori più esperti.

In questo capitolo affronteremo la descrizione generale del progetto, concentrandoci sulla spiegazione degli aspetti funzionali del progetto, in modo da chiarire ogni aspetto superficiale.

Vedremo i componenti principali del

progetto, ossia la scarpetta e il sistema di aggancio, e cercheremo di capire come interagiscono tra di loro.

Questo capitolo fondamentale per capire gli aspetti successivi del progetto, e sarà quindi di vitale importanza comunicare bene come funzionano le pinne Mako.

Il nome Mako deriva da una specie di squali, molto veloci, che tendono spesso a saltare fuori dall'acqua, nonostante siano animali marini, ricordando quindi la natura anfibia del nostro progetto.

Fig.101: Dettaglio della parte superiore della scarpetta con il logo in evidenza





Fig.102

Descrizione Generale

Le pinne Mako presentano due parti principali, una scarpetta anfibia e una pala collegabile alla scarpetta attraverso un sistema di aggancio. Questo permette all'utente di sganciare rapidamente le pale, e poter uscire comodamente dall'acqua anche in situazioni difficili come per esempio se ci si trova lungo un litoraneo roccioso. In questo modo si cerca di migliorare l'usabilità della pinna, riducendo gli step di utilizzo del prodotto.

Infatti, con le Mako, è possibile indossare direttamente le scarpe quando si esce di casa, muoversi tranquillamente in contesti terrestri, e poi, quando arriva il momento dell'immersione, si

possono rapidamente collegare le pale attraverso un sistema di aggancio a ganciascia, e iniziare tranquillamente l'immersione. E' stata quindi eliminata quella fase in cui bisognava chinarsi scomodamente e con difficoltà infilarci le pinne. Il meccanismo infatti è studiato per collegarsi automaticamente alle pinne, ed è necessario solamente chiudere la cappa nella parte inferiore del meccanismo.

Le Mako permettono quindi un netto miglioramento di usabilità delle pinne, ma allo stesso tempo svolgono quella funzione di riduzione dei dolori che ci siamo prefissati di progettare. Infatti nella parte superiore della scarpetta è presente una linguetta composta da un sandwich di

Fig.102: vista prospettica della pinna completa



Fig.103



Fig.104

Fig.103: vista frontale dei due componenti principali

Fig.104: vista posteriore dei due componenti principali



Fig.105

tessuto, all'interno del quale si muovono due tubolari in materiale composito che hanno la funzione di distribuire lo sforzo lungo tutto il collo del piede fin sopra la caviglia. In questo modo abbiamo raddoppiato la superficie sulla quale viene impresso lo sforzo durante la pinneggiata, e di conseguenza lo stress applicato al piede e alla caviglia viene ridotto drasticamente. Le linee della scarpetta non sono casuali, ma il tessuto è stato studiato per convogliare lo sforzo dai punti di attacco della pala verso la linguetta superiore, in modo da non perdere energia creata durante la pinneggiata, e allo stesso tempo distribuire lo stress lungo l'interno

ra suola e quindi alla linguetta che assorbe e distribuisce energia. L'apertura della scarpetta avviene nella parte posteriore dove è presente una zip che funge appunto da apertura principale. I lacci presenti sulla parte anteriore invece, hanno la funzione di stringere la scarpetta, e far aderire la linguetta al piede per migliorare il feeling della calzata, distribuire meglio lo sforzo e non disperdere l'energia creata durante la pinneggiata.

Vista Superiore



Vista Posteriore



Vista Frontale



Fig.106

Fig.105: Vista prospettica della scarpetta

Fig.106: Viste del progetto completo



Fig.107

Funzionamento

In questo paragrafo si vuole spiegare il funzionamento dell'intero sistema che si è progettato e non delle singole parti, enfatizzando quindi quelli che sono aspetti di usabilità del progetto. In particolare svilupperemo uno storyboard per visualizzare i principali step di utilizzo del progetto, andando a focalizzare alcuni aspetti.

Seguendo lo storyboard cercheremo di illustrare una giornata tipo di pesca subacquea.

Step 1

Il primo step è quindi il momento in cui l'utente si infila le scarpette Mako.

Aperto la zip nella parte posteriore l'utente può comodamente infilarsi le scarpette. L'innovazione delle scarpette Mako è che possono essere indossate ed utilizzate tranquillamente sulla terraferma e quindi indossate in un momento antecedente all'utilizzo come pinne.

Step 2

In questo momento bisogna rilasciare il sistema di chiusura della linguetta per poter camminare comodamente. L'ausilio infatti posiziona il piede nella posizione ideale a nuotare e non a camminare, quindi se si stringesse ora il sistema di chiusura risulterebbe scomodo.

Step 3

Quando arriva il momento di entrare in acqua a seconda del contesto in cui ci si trova possono avvenire diverse situazioni:

- Se l'utente si trova in barca, allora inserirà le pale subito prima di entrare in acqua, o se preferisce può sempre decidere di attaccarle alla boa segna sub e agganciarle una volta entrato in acqua.

- Nel caso l'utente si trovi sul litoraneo, in particolare quello roccioso, le Mako mostrano tutto il loro potenziale. Infatti si può entrare senza problemi in con-

testi molto difficili, senza paura di farsi male, e una volta in acqua collegare le pale quando la situazione è diventata più favorevole.

Step 4

Una volta entrati in acqua e posizionato inizialmente le pale, è giunto il momento di serrare la camma nella parte inferiore del meccanismo e vincolarlo in maniera forte alla scarpa. Questa operazione può anche essere svolta in precedenza. Senza dubbio ora si deve serrare il meccanismo di chiusura della linguetta. Girando la rotellina, l'ausilio si mette in posizione, portando con se il piede. Infatti le stecche sono calibrate per

Fig.107: Indossare le scarpette e recarsi sul luogo di pesca dove ci si può muovere in piena libertà

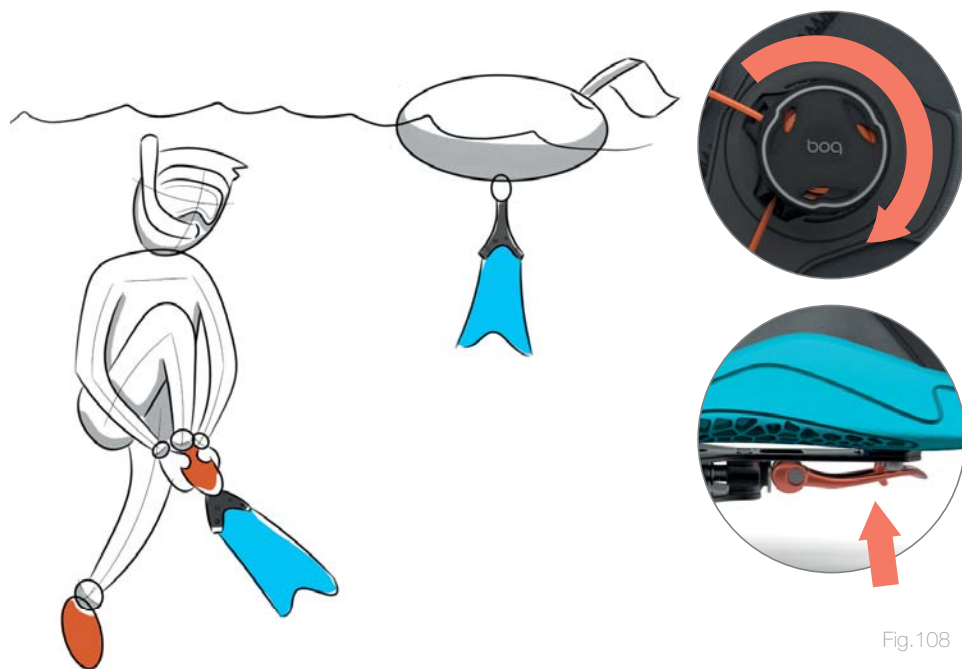


Fig.108

mantenere il piede all'inclinazione corretta per nuotare, e di conseguenza pinneggiare risulterà meno faticoso, in quanto i tubolari tenderanno a riportare il piede nella posizione corretta, assorbendo parte dello sforzo della pinneggiata.

Step 5

Godersi la battuta di pesca e le immersioni nel blu.

Step 6

Quando si decide di uscire dall'acqua, si sganciano le pinne e si possono o attaccare al pallone, oppure issare direttamente a bordo della barca. Nel caso di uscita sugli scogli, le Mako permettono un'uscita dall'acqua comoda e sicura senza il rischio di infortunarsi con le rocce acuminate o i ricci di mare.

Step 7

Una volta usciti dall'acqua, per camminare comodamente bisogna tirare la rotellina che rilascerà la presa della linguetta.

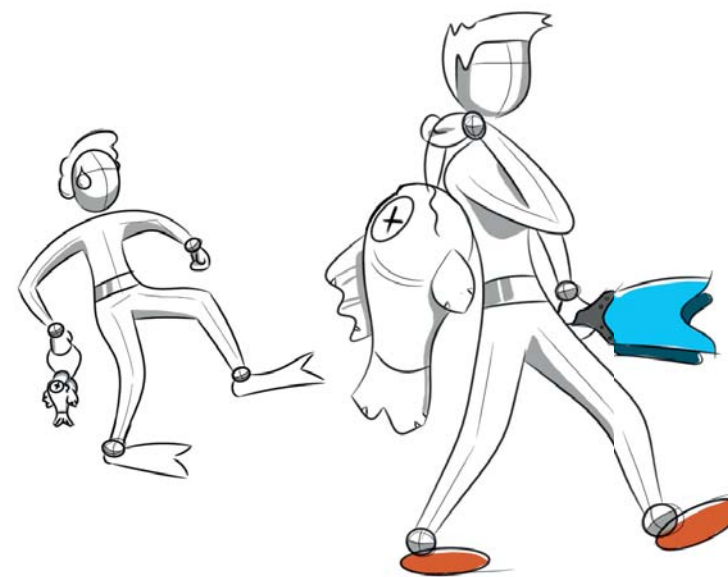


Fig.109

Fig.109:Godersi la battuta di pesca ed uscire dall'acqua in tutto stile

Fig.108: Step 4, inserimento delle pale.

10

La Scarpetta

In questo capitolo affronteremo la spiegazione del funzionamento della scarpetta Mako.

Come già detto in precedenza, la scarpetta delle Mako è studiata per aiutare l'utente durante la pinneggiata. Questo ausilio viene fornito dalle stecchette presenti nella parte superiore della tomaia. Queste distribuiscono lo sforzo su tutta la lunghezza del collo del piede, in modo da non concentrare lo stress solo sulle ossa della caviglia. In questo modo il fastidio durante le uscite in acqua di notevole durata viene ridotto. Le scarpette inoltre sono progettate per essere anfibe, e quindi danno la possibilità di essere utilizza-

te anche fuori dall'acqua, trasformandole in vere e proprie scarpette da scoglio. In questo modo, l'utente può agevolmente muoversi sugli scogli senza la possibilità di farsi male, agevolando quindi l'entrata in acqua.

L'obiettivo di ridurre i dolori è stato quindi ipoteticamente raggiunto, migliorando inoltre l'usabilità della pinna.



Fig. 110: vista prospettica della scarpetta



Fig.111

Descrizione

Come dicevamo, in questo capitolo affronteremo la descrizione della scarpetta Mako. Per spiegarne il funzionamento delle varie parti, abbiamo deciso di dividere il capitolo seguendo appunto le diverse funzionalità della scarpetta: **l'ausilio, il sistema di chiusura, la camminata e la trasmissione dell'energia.**

In questo modo potremo esplorare l'intera scarpetta senza dimenticare nessun aspetto.

Prima però è necessaria una descrizione generale della scarpetta in modo da entrare nel tema.

La scarpetta Mako è una calzatura in neoprene da 3 mm, ma con la pos-

sibilità di variare lo spessore. E' dotata come ogni scarpa di una suola antiscivolo in gomma a densità variabile, per far funzionare correttamente sia la fase di camminata che quella di pinneggiata.

L'apertura avviene nella parte posteriore attraverso una zip, che permette di infilare e sfilare la scarpetta. Il sistema per stringere l'ausilio alla pinneggiata invece è regolato attraverso un sistema di chiusura BOA, che attraverso una rotellina, permette di stringere il supporto del collo del piede e portarlo nella posizione corretta.

Oltre al neoprene sono presenti altri due strati di tessuto, che hanno la funzione di trasmettere l'energia durante la pinneggiata dal piede alla pala.



Fig.112



Fig.113

Fig.112: Vista di tre quarti anteriore della scarpetta

Fig.113: Vista di tre quarti posteriore della scarpetta



Fig.114

Fig.114: Vista anteriore della scarpetta



Fig.115

Fig.115: Vista posteriore della scarpetta



Fig.116

Fig.116: Vista destra della scarpetta



Fig.117

Fig.117: Vista sinistra della scarpetta



Fig.118

L'ausilio

Per ridurre il dolore creato dalle pinne si è deciso di intervenire sulla distribuzione dello sforzo creato durante la pinneggiata. Le pinne attuali sono concepite come scarpette basse, e di conseguenza tutto lo sforzo della pinneggiata agisce sulla caviglia e sulla parte bassa del collo del piede. Di conseguenza è normale che crampi e problemi articolari siano all'ordine del giorno per chi usa le pinne in modo assiduo. Il progetto Mako invece, si avvale di un ausilio situato dal collo del piede fin sopra la caviglia. Il supporto è direttamente collegato attraverso i lacci ed il tessuto agli ancoraggi della pala, in modo da

distribuire l'energia che si viene a creare. L'ausilio è composto da un sandwich di tessuto e gomma con all'interno due asticelle di sezione tubolare in materiale composito super elastico, che conferiscono rigidità al supporto, oltre ad un elevato ritorno elastico.

Questo accorgimento permette di dissipare lo stress dalla caviglia sia in andata che in ritorno di pinneggiata, in modo da alleviare l'affaticamento dell'articolazione. Il concetto è lo stesso di un qualsiasi tutore dorsale, che provvede ad eseguire un compito altrimenti assegnato al corpo umano. Questo lavoro di prevenzione permette all'utilizzatore di restare più a lungo in acqua senza provare fastidio.



Fig.119



Fig.120

Fig.118: Il sostegno dorsale delle Mako, punto focale del progetto.

Fig.119: Evidenziazione delle stecchette del tutore

Fig.120: Esempi di tutori dorsali

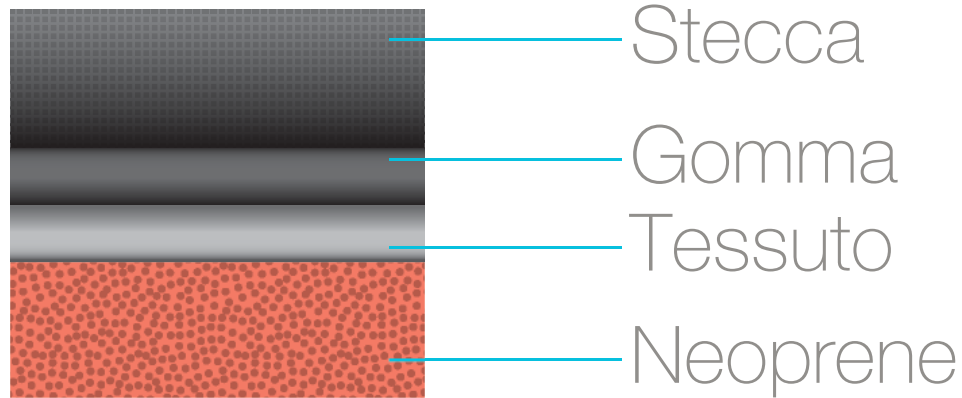


Fig.121

Le stecchette sono inserite in un sandwich di tessuto e gomma: Da una parte la gomma, morbida, garantisce il comfort di utilizzo, impedendo alle stecche di premere sul piede. Sotto la gomma poi agiscono il tessuto e successivamente la calzetta di neoprene, in modo che l'utente non avverta fastidio di nessun genere. Il tessuto superiore è aperto, in modo da poter inserire le stecchette in fase di montaggio. I tubolari hanno un certo margine di scorrimento all'interno del tessuto, questo perché quando il tutore si piega, le stecche devono poter scorrere liberamente per circa 2cm, in modo da eseguire una flessione sen-

za intoppi. Se non ci fosse questo spazio, si creerebbe un sistema statico che non svolgerebbe la funzione per la quale è stato studiato. Non esiste la possibilità che le stecchette escano, in quanto per far ciò bisogna allentare totalmente i lacci e piegare il tessuto molto all'indietro prima che queste escano. E' un sistema simile a quello che viene usato per i paletti delle tende. Il materiale utilizzato per le stecche è la fibra di carbonio, in quanto questo materiale fornisce la giusta elasticità se adeguatamente miscelato alla resina, permettendo quindi il massimo ritorno elastico di cui abbiamo bisogno nel progetto. Inoltre, è un materiale ben noto all'utente in questione.

Fig.121: Schema della sezione del sandwich di tessuto

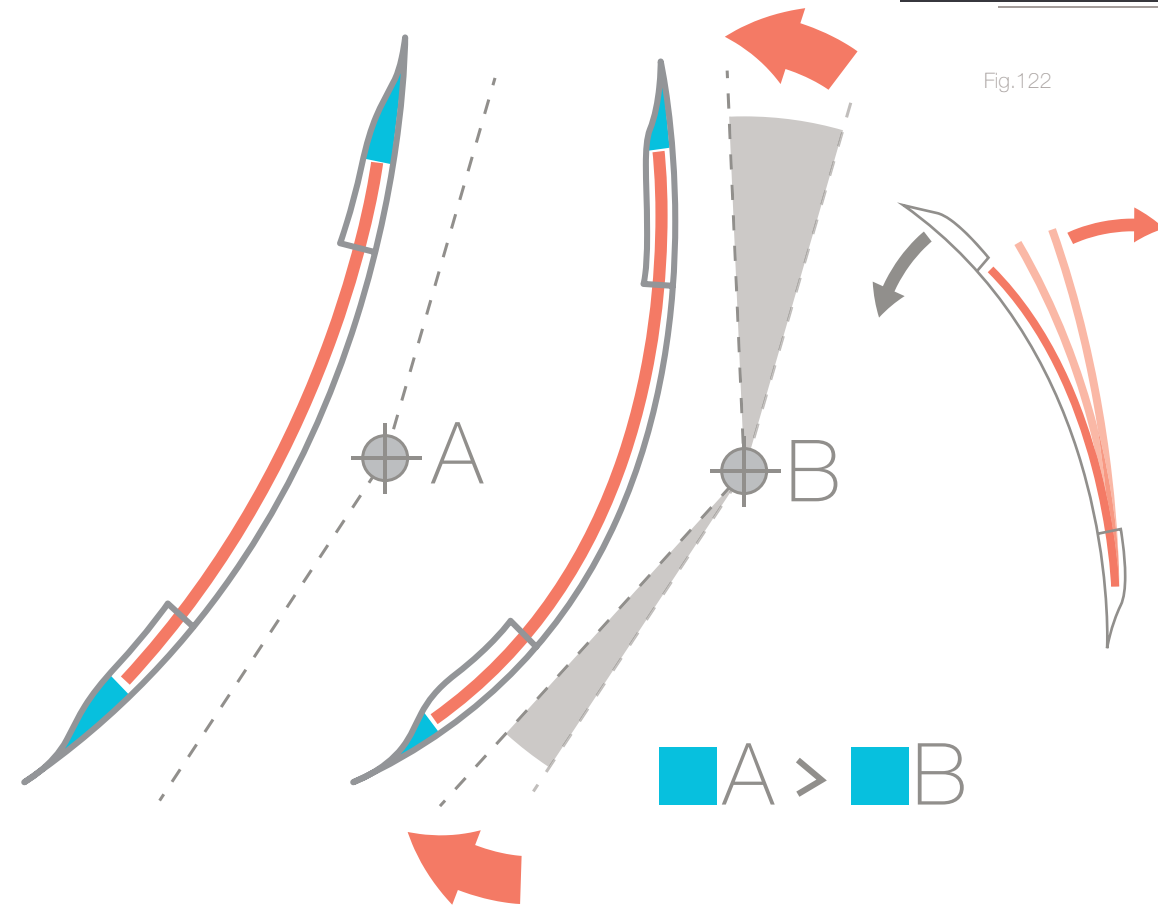


Fig.122



Fig.122: Schema del comportamento delle stecchette sottoposte a flessione e modalità di estrazione delle stecchette

Fig.123: Esempio di fibra di carbonio elastica utilizzata nelle canne da pesca

Trasmissione di energia

La scarpetta Mako funziona grazie alla trasmissione dello sforzo durante la pinneggiata, con l'intento di dissipare lo stress dalla suola, dove è più intenso, distribuendolo lungo la scarpetta grazie ad una rete di tessuto e lacci, coronata dall'ausilio in carbonio. In questo modo, l'energia viene trasmessa dalla gamba alla pala in modo da non concentrare lo sforzo sulla sola caviglia, ma distribuendola grazie alle stecchette in carbonio, che veicolano l'energia e la distribuiscono lungo la scarpetta. Questo perché, invece di far svolgere questo lavoro alla caviglia, l'ausilio si prende carico di parte dell'energia creata, che si aggira intorno ai 64N, svolgendo il lavoro che dovrebbero altrimenti compiere i legamenti, i muscoli e le ossa del piede e della caviglia. Le stecchette, posizionate in maniera da mantenere il piede in posizione corretta, si flettono e trasmettono loro stesse l'energia, sollevando il piede da questo incarico. Le stecche sono posizionate nella parte alta del piede, in maniera da distribuire l'energia in entrambe le fasi della pinneggiata, fungendo da ausilio al piede. E' come se il corpo umano avesse dei muscoli e dei tendini aggiunti che contribuiscono allo sforzo durante la pinneggiata. Anche il velcro posteriore aiuta nella trasmissione di energia.

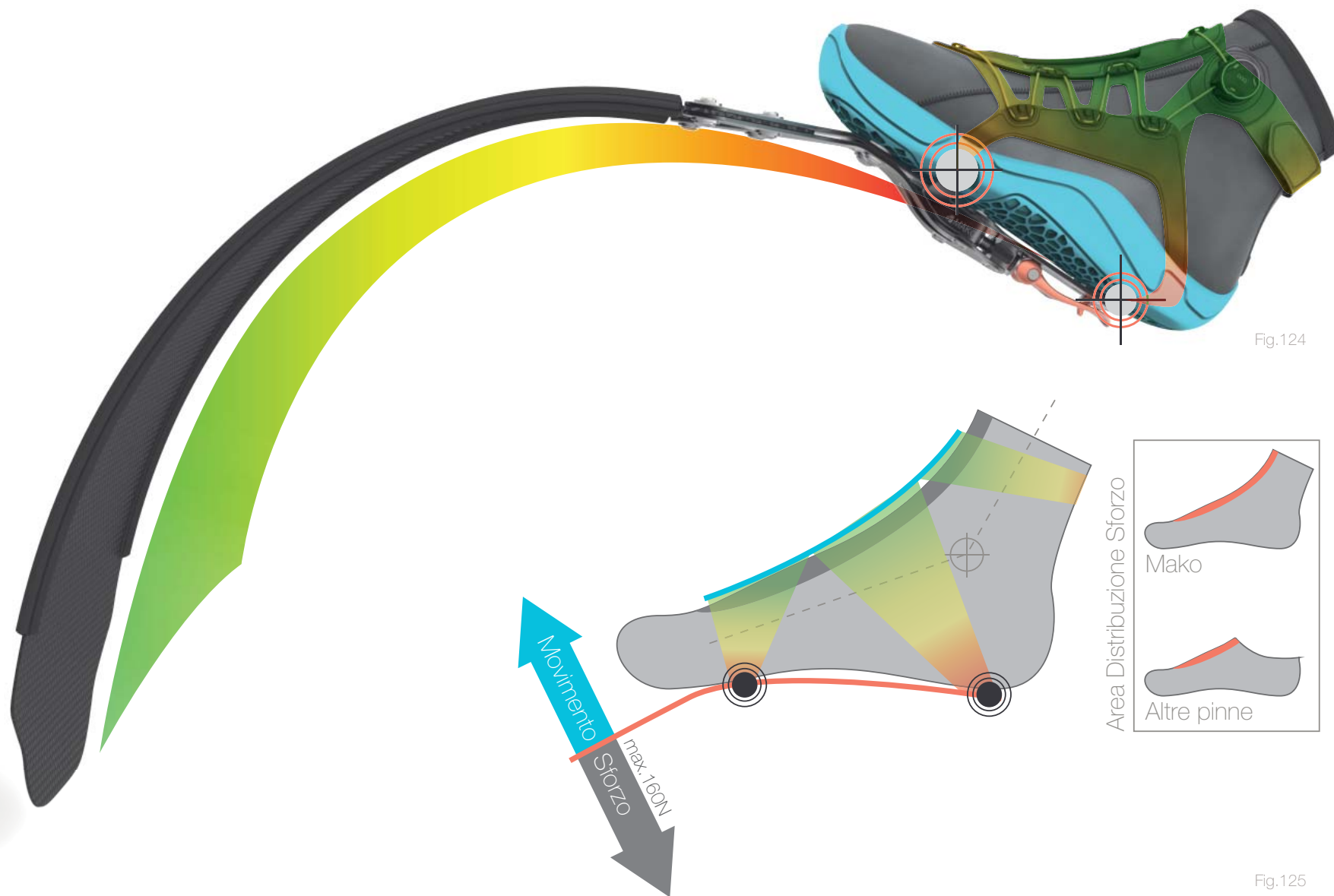


Fig.124

Fig.125

Fig.124: Andamento dello sforzo lungo il tessuto fino all'ausilio.

Fig.125: Schematizzazione della scarpetta Mako e paragone con scarpette normali

Per dimostrare la bontà della teoria si è deciso di effettuare delle simulazioni per capire se effettivamente l'ausilio diffondesse lo sforzo sopra la caviglia, assorbendone una parte.

Le simulazioni effettuate sul modello della scarpa non hanno portato a risultati comprensibili ed utilizzabili. Di conseguenza si è optato per la realizzazione di un modello semplificato che potesse simulare una caviglia ed un piede con addosso una pinna classica e le pinne Mako. Naturalmente la semplificazione non porta ad un risultato numerico effettivamente reale, ma ci può dare un'idea corretta di ciò che accade veramente. Il modello

per la simulazione comprendeva un tubo per semplificare gamba caviglia e piede, con uno dei due tubi che presentava delle stecche che simulavano l'ausilio offerto dalle Mako. Fissato il tubo nella parte alta i risultati sono evidenti. Senza ausilio tutto lo sforzo grava sulla caviglia e il collo del piede. Nel caso viene inserito l'ausilio composto da stecchette e aumentando la calzata, è visibile come lo sforzo si sposta verso l'alto, non andando quindi a gravare sulla caviglia, ma sulla gamba, arto molto più resistente. Parte dello sforzo viene inoltre naturalmente assorbito dalle stecchette in carbonio, che fungono da irrigidimento della caviglia e aiutano quindi nella pinneggiata.

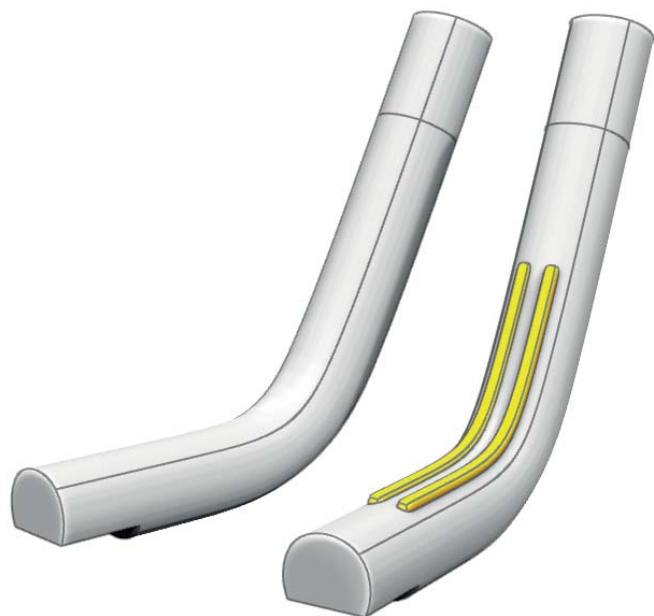


Fig.126

Fig.126: Visualizzazione del modello semplificato di una caviglia senza ausilio (sinistra) e di una con ausilio (destra)

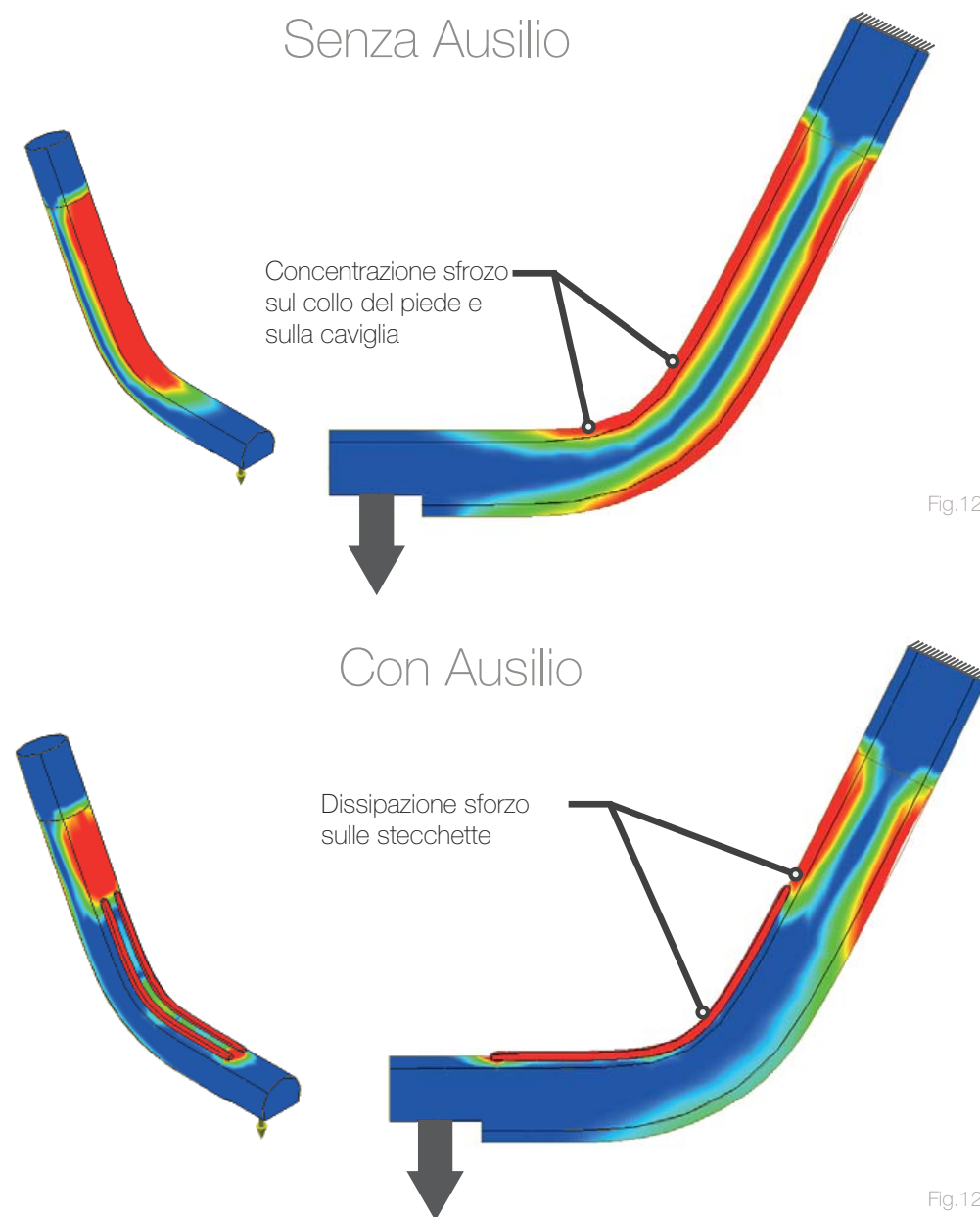


Fig.127

Fig.128

Fig.127: Risultati della simulazione su una caviglia senza ausilio

Fig.128: Risultati della simulazione su una caviglia con ausilio



Fig.129

Gli attacchi

Per trasmettere l'energia dalla scarpa alla pala è necessario un altro passaggio, ossia il collegamento tra meccanismo e suola.

La suola prevede due attacchi, uno anteriore e uno posteriore, ai quali si collegano rispettivamente i ganci anteriori del meccanismo e lo snapfit posteriore. L'attacco anteriore è composto da un piccolo componente tornito e zigrinato che viene costampato insieme alla suola e permette di vincolare i ganci. Questo componente si porta la maggior parte del carico durante la pinneggiata, e per questo motivo si è deciso di progettare come un inserto metallico. Il materiale è l'accia-

io inossidabile oppure l'ottone, entrambi molto resistenti in ambiente marino.

Abbiamo deciso di progettare un componente unico per garantire la resistenza del pezzo e vincolarlo saldamente alla suola oltre a facilitare le operazioni di inserimento nello stampo. Avendo un pezzo unico infatti, è molto più semplice gestire le tolleranze necessarie al corretto funzionamento del meccanismo. L'attacco posteriore invece prevede una cavità all'interno della suola, nella quale si inserisce un perno simile a quello delle porte e garantisce la chiusura del meccanismo. Questo attacco non necessita di particolare accorgimenti in quanto la maggior parte del carico grava sull'attacco anteriore.

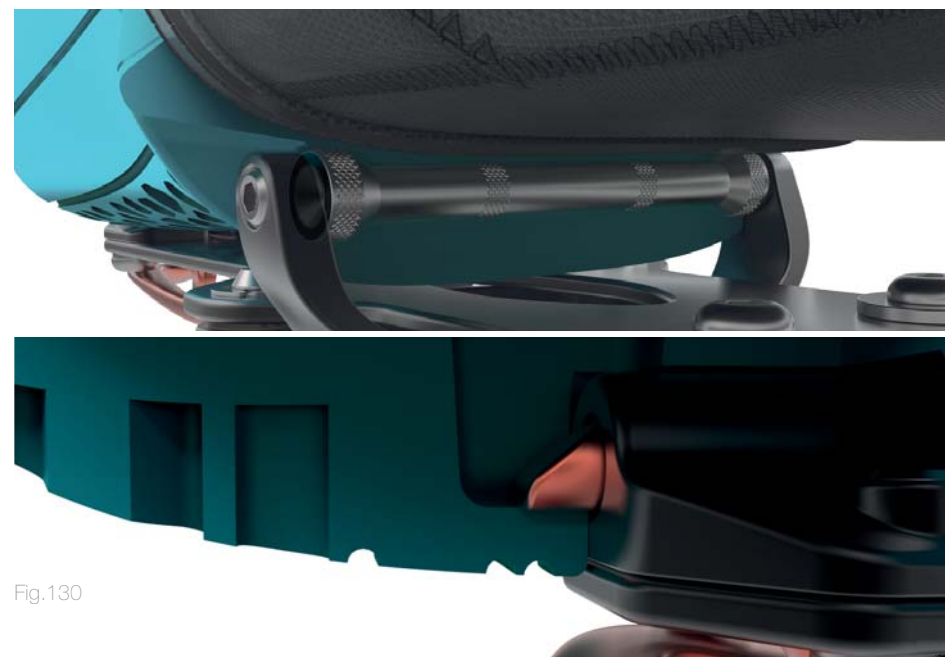


Fig.130



Fig.131

Fig.129: Vista laterale con suola in trasparenza per mostrare la compenetrazione del meccanismo

Fig.130: Sezioni per mostrare le zone di collegamento della scarpetta con il meccanismo.

Fig.131: Inserto per collegamento con il meccanismo della scarpetta. Prodotto per tornitura e poi zigrinato

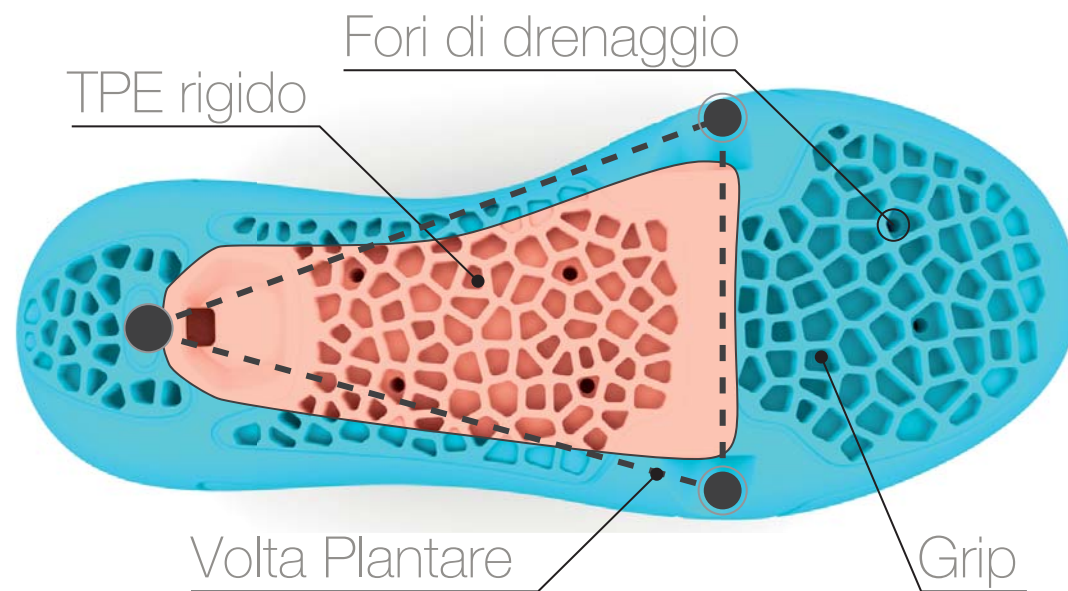


Fig. 132

Suola

Ora che abbiamo capito come funziona l'ausilio alla pinneggiata delle Mako e come si distribuisce lo sforzo lungo le stecchette, è arrivato il momento di capire cosa succede sulla suola e come essa collabora alla pinneggiata.

La suola delle Mako è il cuore dell'essere anfibio delle Mako. Infatti deve poter essere comoda durante la camminata, ma allo stesso tempo essere rigida durante la pinneggiata, per poter trasmettere l'energia dalla gamba alla pala. Per permettere tutto ciò è stato necessario "giocare" con le tecnologie produttive. Le suole vengono spesso prodotte per stampaggio a

compressione, così come le pinne, per abbassare i costi di produzione. Il materiale semi-polimerizzato viene introdotto all'interno dello stampo, ma in ogni zona viene introdotta una miscela più o meno rigida a seconda delle necessità. La tecnica che noi utilizzeremo sarà la stessa. Nella zona tra i due punti di attacco della pala ci sarà necessità di una suola più rigida, e di conseguenza il materiale utilizzato sarà una miscela di TPE e PP caricati in modo da conferire rigidità alla suola. Il resto della suola invece sarà costituita da una gomma più morbida, che renda comoda la camminata e permetta di avere un buon grip sugli scogli. Infatti gli attacchi sono posizionati in ma-

Fig. 132: Vista verticale della suola, in cui si possono notare tutti i suoi aspetti

niera da non disturbare la naturale deambulazione, dove il piede poggia sui tre vertici della volta plantare. L'attacco della pala è infatti posizionato lungo l'arco plantare anteriore, in modo che la suola si possa piegare senza problemi garantendo una camminata comoda. In questo modo, la parte che deve rimanere rigida durante la pinneggiata può convogliare tutta l'energia creata dalle gambe senza compromettere la deambulazione. Per garantire il giusto grip nelle situazioni in cui vogliamo far lavorare le scarpe Mako, c'è necessità di una suola dal grip molto spinto, che eviti di scivolare quando si cammina sugli scogli o altre superfici particolarmente sdruciolevoli.

Per ovviare a questo problema, la suola è provvista di un pattern voronoi molto denso, che crea un gran numero di spigoli per far presa su ogni tipo di superficie. Questo tipo di pattern è inoltre facilmente adattabile a misure di scarpe diverse, in modo da garantire una continuità estetica tra i vari numeri di piede. Sono inoltre presenti dei piccoli fori che permettono all'acqua di drenare quando si esce dall'acqua. Più si cammina e più rapidamente l'acqua viene "strizzata" via. Questo permette di poter utilizzare al meglio le scarpe appena usciti dall'acqua.

Fig. 133



Fig. 133: Sovrapposizione di una suola rigida e una suola morbida per evidenziare il punto di piega

Un altro aspetto da considerare per quanto riguarda la suola ma anche la scarpetta in generale, è la questione delle diverse taglie. Abbiamo deciso di optare per una scarpetta con taglie diverse, perchè risulta essere senza dubbio il modo più tecnico e professionale per adattare le scarpe ai diversi piedi.

Ogni taglia necessita di una suola diversa, ma allo stesso tempo gli attacchi devono rimanere invariati, per permettere di avere l'attacco della pala standard.

Per far ciò si è dovuto dimensionare il tutto in maniera che per ogni taglia, il sistema di aggancio non interferisse con la camminata.

Allora si è deciso di mantenere fisso l'attacco anteriore e quello posteriore, mantenendo le proporzioni tra suola ed attacco in relazione alla parte frontale del sistema di aggancio. In questo modo, i punti di ancoraggio sono sempre posizionati dietro l'arco plantare, e di conseguenza la sensazione di camminata rimane uguale per ogni taglia del piede. L'ancoraggio posteriore invece deve naturalmente poter traslare lungo la suola in modo da mantenere fisse le distanze e permettere quindi di avere un sistema di aggancio standard.

In questo modo si abbassano di molto i costi di produzione, in quanto il meccanismo, che è la parte più complessa, rimane sempre lo stesso, mentre la suola, che necessita in ogni

caso di stampi diversi, varia la sua forma. Abbiamo inoltre pensato alla possibilità di produrre diverse scarpette con diversi spessori a seconda delle esigenze. Per far ciò è necessario produrre una misura in più per i numeri grandi, ossia il 48, in modo che se lo spessore del neoprene passa da 3 a 6 mm, il 48 da 3mm diventa un 47 da 6mm, mentre il 37 da 3mm diventa un 36 da 6mm. In questo modo si possono soddisfare diverse necessità dell'utente.

| Taglia con Neopr. 3mm | Taglia con Neopr. 6mm | lunghezza mm |
|-----------------------|-----------------------|--------------|
| 37 | 36 | 253 |
| 38 | 37 | 259 |
| 39 | 38 | 266 |
| 40 | 39 | 273 |
| 41 | 40 | 280 |
| 43 | 41 | 286 |
| 44 | 43 | 293 |
| 45 | 44 | 300 |
| 46 | 45 | 307 |
| 47 | 46 | 314 |
| 48 | 47 | 321 |

Fig.134

Fig.134: Tabella delle taglie della scarpa in funzione dello spessore del neoprene con relative dimensioni in mm.

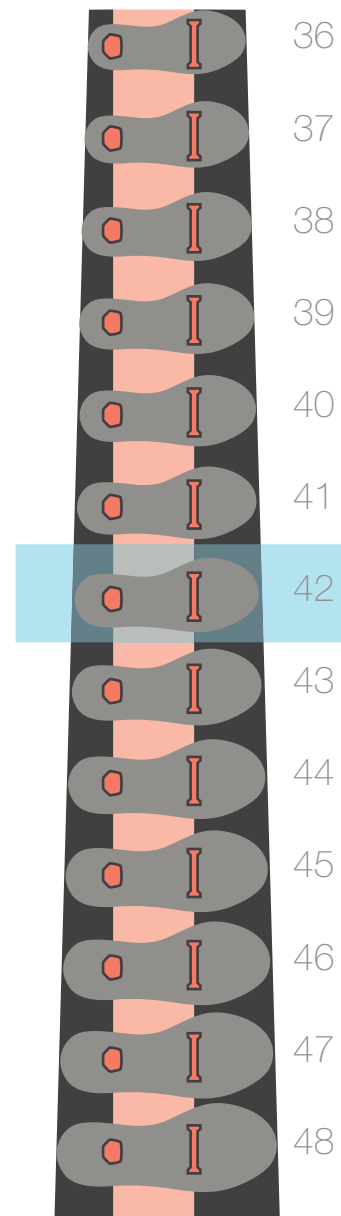


Fig.135

Fig.135: Schema delle diverse taglie di scarpa per evidenziare come i due attacchi centrali non si muovono dalla loro posizione.



Fig.136

Fig.136: Vista verticale della suola per mostrare i punti di ancoraggio.



Fig.137



Fig.138



Fig.139

Tessuti

Per quanto riguarda i tessuti utilizzati per la scarpetta, si è optato per una serie di strati di tessuto diversi a seconda della funzione che devono svolgere. Ci sono 3 strati di tessuto:

- Neoprene a cellula aperta bifoderato
- Cordura di Nylon
- Tessuto sintetico

Abbiamo deciso di utilizzare 3 tessuti sovrapposti sia per necessità meccaniche che di assemblaggio. Infatti, il neoprene, tessuto largamente utilizzato nelle mute e nei calzari, non possiede la giusta resistenza a trazione per trasferire correttamente l'energia dal

pie' all'ausilio dorsale, essendo invece estremamente elastico. Si adatta quindi perfettamente a svolgere funzioni di isolamento termico e sensazioni tattili di ottimo livello, ma per le questioni meccaniche è necessario un altro tipo di tessuto. Per questo è stato creato un sandwich di cordura e un altro tessuto sintetico, per migliorare le prestazioni a trazione della scarpetta. Il terzo strato di tessuto sintetico inoltre serve a poter cucire il BOA system, ed è anche utilizzato per lo strato superiore dell'ausilio.

Abbiamo quindi una calzetta di neoprene bifoderato sulla quale vengono incollati in tomaia altri due strati di tessuto per ottenere il prodotto finale.

Fig.137: Vista della scarpetta senza suola

Fig.138: Vista del calzare in neoprene

Fig.139: Vista del tessuto della tomaia



Fig.140

Neoprene

Abbiamo deciso di utilizzare il classico neoprene per le mute, ossia uno strato da 3mm a celle aperte bifoderato, in quanto garantisce la giusta resistenza alle abrasioni, oltre a garantire una buona elasticità e quindi una facile adattabilità della calzetta al piede dell'utilizzatore. Lo strato di neoprene abbiamo visto che può variare a seconda delle esigenze termiche richieste alla scarpetta. I due strati esterni sono composti da una cordura in nylon estremamente fitta ed elastica, in grado di assecondare i movimenti del neoprene, ma proteggendolo da

strappi ed abrasioni. Lo strato interno viene chiamato Push, e trattiene un piccolo film d'acqua, che scalandosi al contatto del corpo crea un isolamento termico. Lo strato esterno invece può essere facilmente stampabile per originare diversi colori e le texture mimetiche tanto care ai pescatori subacquei.

Le cuciture della calzetta sono speciali cuciture per il neoprene, che non passano mai da una parte all'altra, e associate ad una termo-saldatura dei vari tagli di tessuto garantisce resistenza ed elasticità. La zip posteriore invece prevede una cucitura classica passante, visto che la linguetta si interpone tra il piede e la cucitura, che risulterebbe altrimenti fastidiosa.

Fig.140: Diversi calzari in neoprene con differenti texture



Fig.141



Fig.142: Vista di tre quarti posteriore del calzare in neoprene

Fig.141: Vista di tre quarti frontale del calzare in neoprene

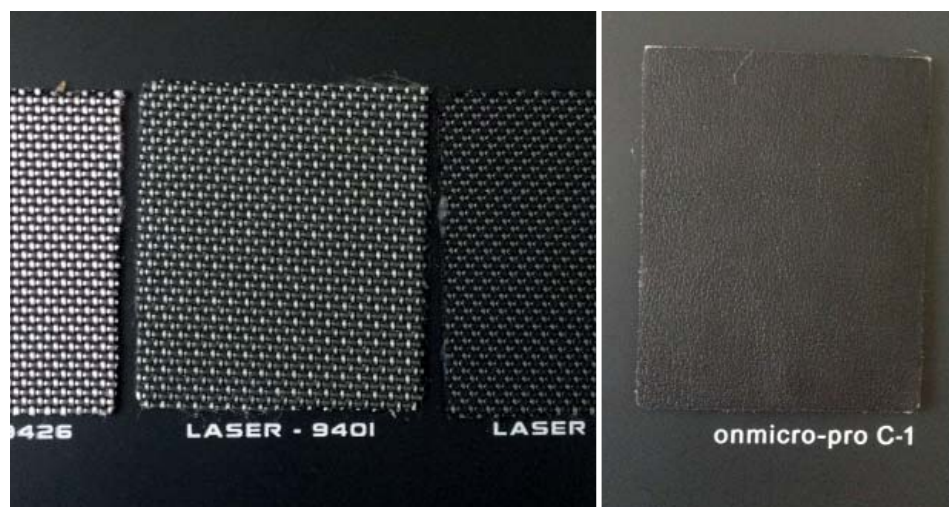


Fig.143

Atri tessuti

Per quanto riguarda il secondo ed il terzo strato, nella pagina a fianco possiamo notare l'ordine di assemblaggio. Il primo strato di cordura consiste in un tessuto prodotto dalla Moròn, con codice Laser-9401, ed è un cordura molto resistente ed incollabile sul neoprene e deformabile a caldo essendo prevalentemente composta in nylon, caratteristiche fondamentali per le nostre esigenze. Il materiale prevede inoltre un'ottima resistenza alla trazione e all'abrasione, non che un'elevata impermeabilità. Una volta sagomato il tessuto tramite taglio plotter, vi

viene cucito il velcro nella parte posteriore. Dopo di che, viene fissato il secondo strato di tessuto, lasciando le asole per poi andare a cucire il BOA system. Questo secondo strato di tessuto è prodotto dalla stessa azienda ed è un tessuto sintetico con codice onmicro-pro C1, e consiste in un tessuto tecnico, anch'esso impermeabile ed estremamente resistente alla trazione, e viene utilizzato anche per calzature antinfortunistiche. La presenza di questo tessuto, è necessaria sia per aumentare ulteriormente la resistenza a trazione, ma soprattutto per poter cucire il BOA system, in maniera che abbia un ancoraggio solido e non vada ad intaccare il neoprene sottostante. In

Fig.143: Immagini dei campioni di tessuto scelti per il progetto Mako

.....Cuciture di collegamento
 - - - - -Cuciture BOA system



Fig.144

Fig.144: Diversi stadi di assemblaggio dei vari strati di tessuto

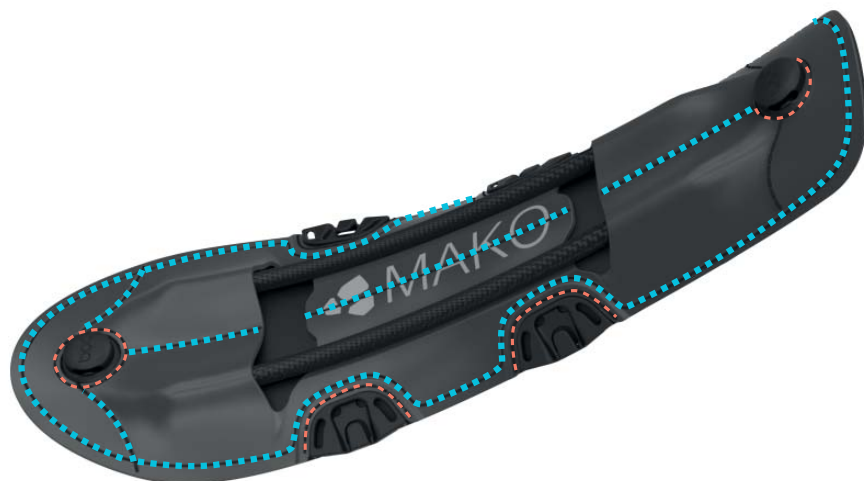


Fig.145

questo modo viene garantita la trasmissione dell'energia dal piede alla pinna, senza la possibilità di perdere energia durante il trasferimento dello sforzo dal piede alla pala.

Dopo di che vengono cuciti gli altri componenti del boa system, utilizzando sempre il tessuto sintetico prima citato. Separatamente viene preparato l'ausilio, costituito da una gomma tagliata al plotter, sul quale viene cucito uno strato del tessuto sintetico onmicro-pro C1. Abbiamo deciso di utilizzare la gomma per creare un appoggio elastico all'interno del quale possono scorrere le stecchette, senza andare a disturbare il piede

creando fastidio. Tra la gomma e il tessuto sintetico vengono anche qui posti i componenti del BOA system. L'ausilio terminato viene successivamente cucito nella parte inferiore alla cordura vista in precedenza, e il tutto viene poi incollato a caldo direttamente sul neoprene posto su un supporto, in maniera tale da deformare lo strato di cordura. Alla fine viene incollata la suola che chiude il processo di produzione. Questo procedimento è considerabile standard per quanto riguarda i calzari e le scarpe in genere e non presenta particolari difficoltà produttive. Anche per questo motivo abbiamo deciso di procedere in questa direzione invece di optare per soluzioni più complesse.

Fig. 145: Schema delle cuciture dell'ausilio dorsale



1



3



2



4

Fig.146

Fig. 146: Schema dei differenti tessuti in ordine di assemblaggio fino alla scarpetta finita



Fig.147

Sistema di chiusura

Le pinne Mako prevedono due diversi sistemi di chiusura:

- Zip di chiusura posteriore
- BOA closure system di regolazione

Zip di chiusura

La zip posteriore funge come vera e propria chiusura della scarpetta, serrandola intorno al piede. Questo tipo di chiusura è molto utilizzato nel mondo dei calzari e di conseguenza abbiamo deciso di utilizzarla. Nei calzari la chiusura a zip da il meglio di se, visto che il neoprene è un materiale elastico e di conseguenza permette di

adattare benissimo la calzatura al piede. La zip non deve essere necessariamente ermetica, visto che tra il piede e la zip è presente un altro strato di neoprene, che previene abrasioni ed impedisce l'entrata dell'acqua all'interno della calzatura.

Abbiamo inoltre deciso di utilizzare una zip per la chiusura della scarpetta perchè presenta altri vantaggi: uno in particolare è il fatto di non avere nulla che pende durante l'utilizzo, aumentando la sicurezza delle immersioni, ma inoltre è un sistema facilmente utilizzabile anche con i guanti. E' presente inoltre una fascia in velcro che chiude posteriormente la calzetta, migliorando la trasmissione dell'energia e tenendo ferma la zip.

Fig.147: Vista della linguetta interna con la scarpetta in trasparenza



Fig.148



Fig.149

Fig.148: Vista della zip con velcro in trasparenza

Fig.149: Vista del velcro di chiusura



Fig.150

Boa Closure Sytem

Il Boa closure system è un prodotto fabbricato dall'omonima azienda americana che si propone di rivoluzionare il mondo della chiusura delle calzature. Il sistema è composto da un piccolo meccanismo di avvolgimento in nylon e acciaio inossidabile che stringe dei cavi in acciaio inossidabile rivestito anch'esso in nylon. Lo scorrimento avviene attraverso dei passacavi appositi. Nel caso delle Mako, il BOA serve a serrare in maniera corretta l'ausilio contro il collo del piede per garantire il funzionamento. Quindi non svolge la funzione di chiudere

la scarpa, ma appunto stringe o rilascia l'ausilio in modo da poter camminare comodamente. Il concetto è simile a quello degli scarponi da sci, dove la camminata è possibile solo slacciandoli. In questo caso, tirando la rotellina verso l'esterno, si rilasciano i cavi ed è quindi possibile camminare. Ruotando la rotellina invece si stringono i lacci e l'ausilio entra in funzione. Abbiamo scelto di utilizzare questo sistema perché non presenta parti che pendono durante la camminata, ed è inoltre facilmente azionabile anche indossando i guanti. Durante la progettazione è stata contattata l'azienda produttrice che ha gentilmente fornito i campioni e ci ha aiutato a sce-



Fig.151

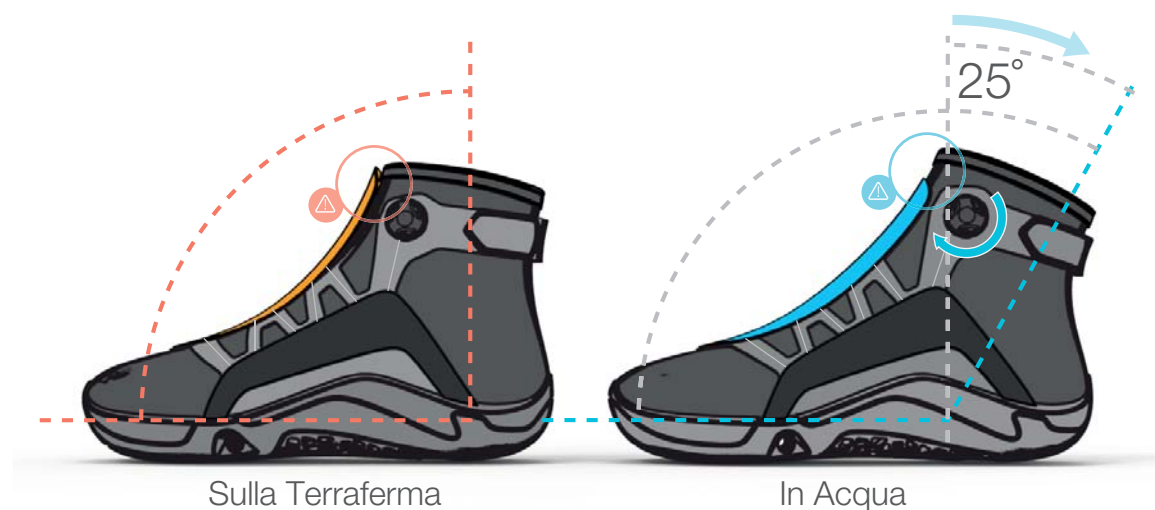


Fig.152

Fig.150: Pubblicità del BOA Closure System

Fig.151: Regolazione del sistema di serraggio dell'ausilio

Fig.152: Condizione della scarpetta con BOA slacciato (sinistra) per camminare e condizione con BOA chiuso (destra) per nuotare



Fig.153

gliere il modello più appropriato. I passacavo vengono cuciti tra i vari strati di tessuto, in modo da creare una connessione salda. I cavi in acciaio aeronautico garantiscono il massimo trasferimento di energia dall'ausilio alla suola. La posizione dei passacavi è stata studiata per garantire il corretto funzionamento e sono state eseguite delle prove per garantire che lo scorrimento avvenisse in maniera corretta e non avvenissero situazioni tali per le quali i cavi tirassero prima un lato e poi l'altro.

I campioni hanno inoltre permesso di testare se l'oggetto fosse facilmente azionabile utilizzando i guanti.

I materiali utilizzati inoltre sono perfettamente compatibili con l'ambiente marino, in quanto il prodotto è interamente composto in poliammide e acciaio inossidabile. Anche l'azienda lo pubblicizza come ideale per oggetti per le attività sportive in ambiente marino.

Questo sistema è stato fondamentale nella progettazione dell'ausilio in quanto ci ha permesso di serrarlo e rilasciarlo in maniera estremamente comoda e rapida, senza creare appendici pericolose durante le immersioni, in quanto potrebbero incastrarsi e provocare incidenti.



Fig.155

Fig.153: Passalacci che uniscono la tomaia all'ausilio

Fig.154: Passalaccio laterale

Fig.155: Passalaccio della parte superiore dell'ausilio

Manutenzione

Per quanto riguarda la scarpetta, la manutenzione ordinaria da eseguire è davvero poca.

L'unica cosa davvero importante è sicuramente quella di lavare in acqua dolce l'oggetto una volta tornati sulla terraferma. Questo perché altrimenti la salsedine potrebbe rovinare sia il neoprene che la gomma della suola.

Una cosa importante di cui vogliamo parlare è il drenaggio dell'acqua.

Quando si esce dal mare, le scarpe sono sicuramente impregnate d'acqua. Di conseguenza, sarà necessario provvedere a togliere l'acqua. Nei calzari odierni questo problema non viene considerato, mentre le Mako presentano dei fori nella suola che, camminando permettono di espellere l'acqua ed asciugare più rapidamente la scarpetta e avere quindi una camminata più confortevole.

Per quanto riguarda le stecchette invece, esiste la possibilità che queste possano essere sostituite, in quanto alcuni utenti potrebbero desiderare più o meno rigidità. Per far ciò basta slacciare il BOA closure system e flettere le stecchette nel senso opposto, rimuovendole dalla loro tasca.

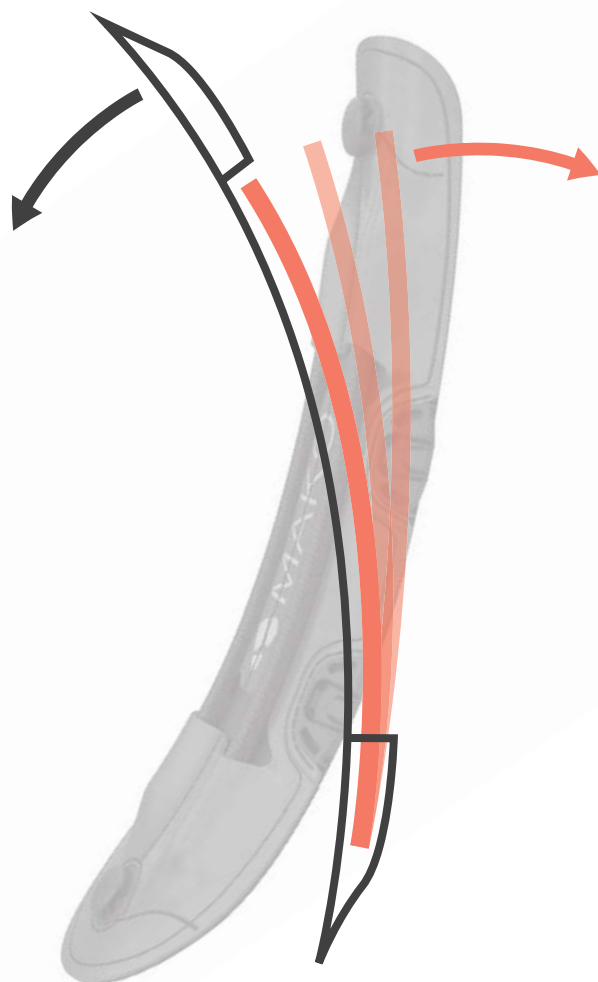


Fig.156

Fig.156: Flettendo l'ausilio verso dietro si possono sfilare le stecchete e sostituirle



Fig.157



Fig.158

Fig.157: I fori nella suola permettono di drenare l'acqua durante la camminata

Fig.158: Dopo ogni immersione bisogna lavare le scarpette in acqua dolce



Fig.159

Possibili Sviluppi

Nonostante nel capitolo successivo spiegheremo il meccanismo di aggancio, volevamo far notare una cosa potenzialmente molto interessante.

Anche se probabilmente le scarpette Mako diano il meglio utilizzando le pale appositamente studiate, esiste la possibilità di utilizzare le Mako con una qualsiasi altra pinna a scarpetta chiusa o aperta. Infatti, acquistando una pinna di due o tre numeri in più, si possono utilizzare le scarpette Mako con altri tipi di pinna. Commercialmente questa cosa potrebbe portare risultati estremamente interessanti. Infatti, la produzione potrebbe distaccarsi, in quanto si potrebbe ipotizzare

di produrre scarpette senza suola, quindi dei veri e propri calzari, senza nessun tipo di aumento di costi di produzione, e venderli come calzari anti-dolore.

Altrimenti, anche con la suola si può ipotizzare di usare la scarpetta con le pinne a sottana e quindi aprirsi anche al mondo dello scuba-diving.

Questa soluzione necessiterebbe di verifiche ulteriori, però il concetto di trasferire lo sforzo rimane invariato quindi ci sono tutti i presupposti per che quest'idea funzioni.



Fig.160



Fig.159 Vista di un ipotetico calzare senza suola che possa essere utilizzato con ogni tipo pinna

Fig.160: Fotomontaggio dei calzari Mako indossati con delle pinne C4

Fig.161: Le scarpette con la suola possono essere usate con pinne da scuba diving

11

Il Meccanismo

Dopo aver parlato della scarpetta, è giunto il momento di descrivere il meccanismo di aggancio della pala. L'aggancio è stato progettato per eseguire diverse funzioni e sviluppare diverse innovazioni nel mondo delle pinne. Il meccanismo infatti è il fulcro dell'idea di poter sganciare rapidamente la pala per facilitare le operazioni di entrata ed uscita dall'acqua. Inoltre un meccanismo del genere permette ipoteticamente di poter rapidamente agganciare diverse pale alla stessa scarpetta. Anche il modo di smontare le pale rende molto più rapida l'operazione di sostituzione della pala, favorendo quell'aspetto di auto-

produzione che si è descritto nella fase di ricerca.

Per progettare il meccanismo l'ispirazione è venuta da un mondo ideologicamente totalmente opposto a quello del mare ossia la montagna. Infatti il meccanismo delle Mako è una derivazione del cinematismo degli attacchi da sci-alpinismo. Il tutto è stato molto semplificato per rispondere alle nostre esigenze.

In questo capitolo affronteremo la descrizione del cinematismo e vedremo vari aspetti materici ma anche di calcolo degli sforzi nonché studi di usabilità.

Fig.162: Vista del meccanismo montato sulla scarpetta





Fig.163

Descrizione

Il meccanismo delle pinne Mako è composto da un'intelaiatura formata da due lamiere in alluminio sul quale viene montato un meccanismo composto da due bracci azionati da uno sgancio rapido a leva eccentrica nella parte centrale, un meccanismo a molla nella parte posteriore e la pala nella parte anteriore.

L'ispirazione come detto è venuta dagli attuali cinematismi degli attacchi da sci-alpinismo che prevedono due bracci che vanno a mordere in appropriate sedi.

Lo stesso succede per il meccanismo studiato, nel quale una leva eccentrica muove i due bracci che vanno a far

presa sull'inserto della scarpetta.

Il risultato finale è un componente dalle dimensioni generali (esclusa la pala) di 298mm x 188mm x 40mm, compresi i bracci sporgenti, sotto la scarpa infatti il meccanismo sporge di soli 21mm. Il peso totale, esclusa la pala è di 429g.

Le difficoltà progettuali stavano nel rendere il meccanismo più piatto possibile per non disturbare durante la pinneggiata, oltre al fatto che il meccanismo si comportasse in maniera corretta nel caso si poggiassero i piedi sul fondo.

Anche la produzione è risultata essere un tema molto ostico, in quanto i numeri produttivi molto bassi rendevano la scelta delle tecnologie quasi obbligata.

Fig.163: Vista del meccanismo

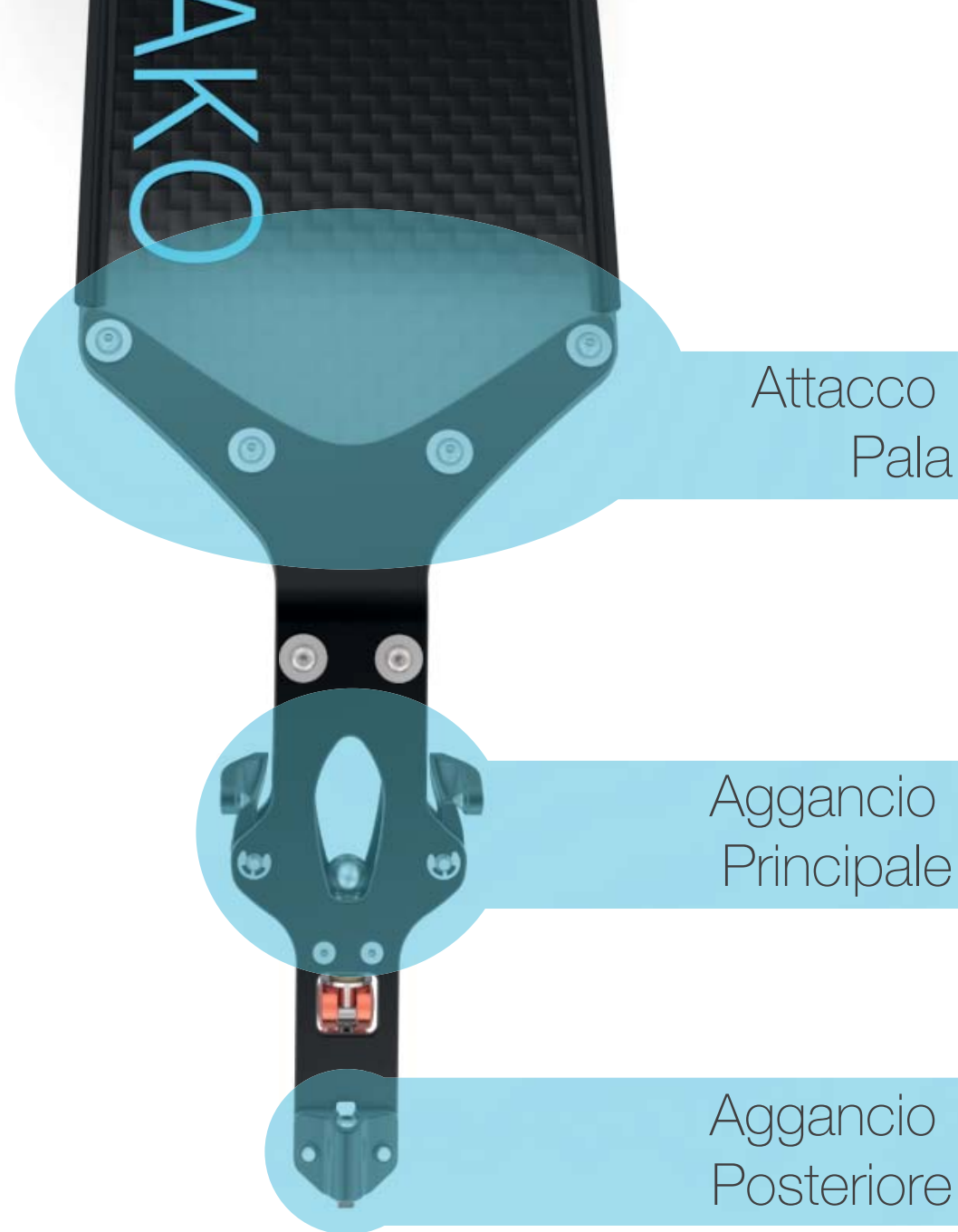


Fig.164

Fig.164: Schema di divisione del meccanismo nelle sue tre parti principali



Fig. 165



Fig. n

Fig. 165: Viste con quotatura delle dimensioni di massima e dell'angolo di inclinazione della pala.



Fig.166

Funzionamento

Esploreremo il funzionamento del meccanismo secondo le tre macro aree viste in precedenza, ossia:

- L'aggancio principale
- L'aggancio posteriore
- L'attacco della pala

L'aggancio principale

Il meccanismo funziona seguendo lo stesso concetto applicato negli attacchi da sci alpinismo, ma nel nostro caso viene drasticamente semplificato. Nel mondo dello sci infatti, l'aggancio deve sopportare carichi molto elevati, che nel nostro caso risultano essere esagerati. Di conseguenza

si è deciso di prendere ispirazione dal mondo dello sci-alpinismo e portarlo in mare, trasportando quindi la tecnologia in un ambiente molto diverso come quello marino.

Il contesto ha portato a creare delle problematiche per quanto riguarda i materiali, e di conseguenza la progettazione è stata fortemente influenzata dalle esigenze di contesto. Ad esempio si è deciso di non coprire ermeticamente il movimento, ma studiarlo in maniera tale che funzionasse anche se vi penetrasse della sabbia all'interno. Questo naturalmente va associato ad una corretta manutenzione del meccanismo.



Fig.167



Fig.168

Fig.166: Vista posteriore del meccanismo

Fig.167: Vista dei braccetti di chiusura in movimento

Fig.168: Vista prospettica del meccanismo centrale

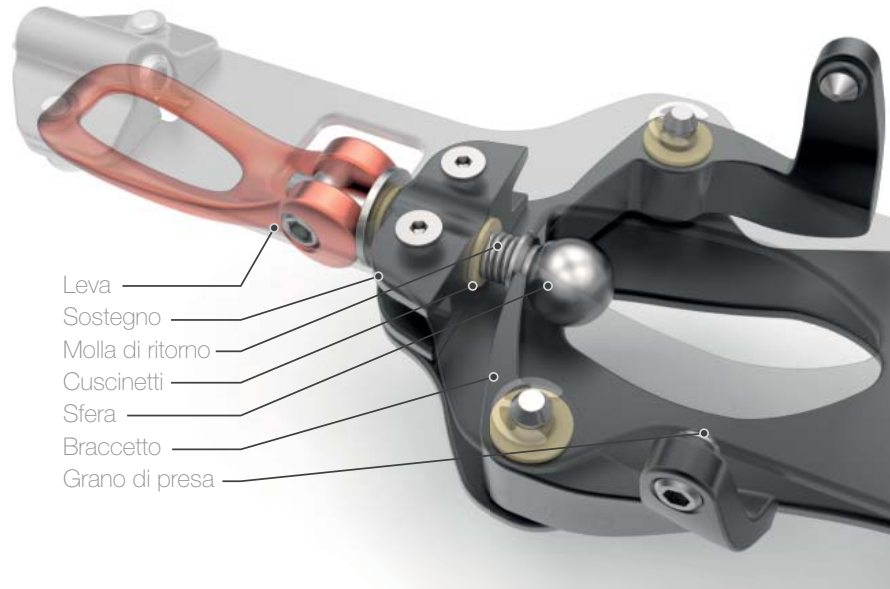


Fig. 169

Il sistema di aggancio principale prevede, come già detto, due bracci movimentati da un sistema di leveraggio eccentrico.

In poche parole il meccanismo è un ibrido tra la chiusura del canotto di una bicicletta e il sistema di aggancio degli sci da sci-alpinismo.

Per chiudere il meccanismo, bisogna ruotare la leva fino a che non vada in battuta sulla parte inferiore della lamiera del meccanismo.

Mentre la leva eccentrica ruota, questa si porta dietro il prigioniero sul quale da una parte è appunto avvitata la leva a camma, mentre dall'altra parte si trova una sfera in acciaio inossidabile.

Il prigioniero si muove traslando in un binario cilindrico facilitato dalla presenza di due cuscinetti in poliammide auto-lubrificante. La sfera poggia sulle estremità dei bracci, e di conseguenza, quando la sfera trasla, questa si porta con se i bracci che ruotano ognuno sul proprio perno. Ruotando i bracci vanno in battuta sull'innesto nella suola della scarpa, serrando il meccanismo di chiusura. Al momento di riaprire il meccanismo entra in gioco una molla posta tra la sfera e il montante di scorrimento, che appena la leva perde presa, fa scattare il meccanismo, aprendolo e mantenendolo tale. In questo modo il meccanismo rimarrà aperto fino a che l'utente non deciderà di chiuderlo.

Fig. 169: Legenda dei differenti componenti che compongono il meccanismo centrale

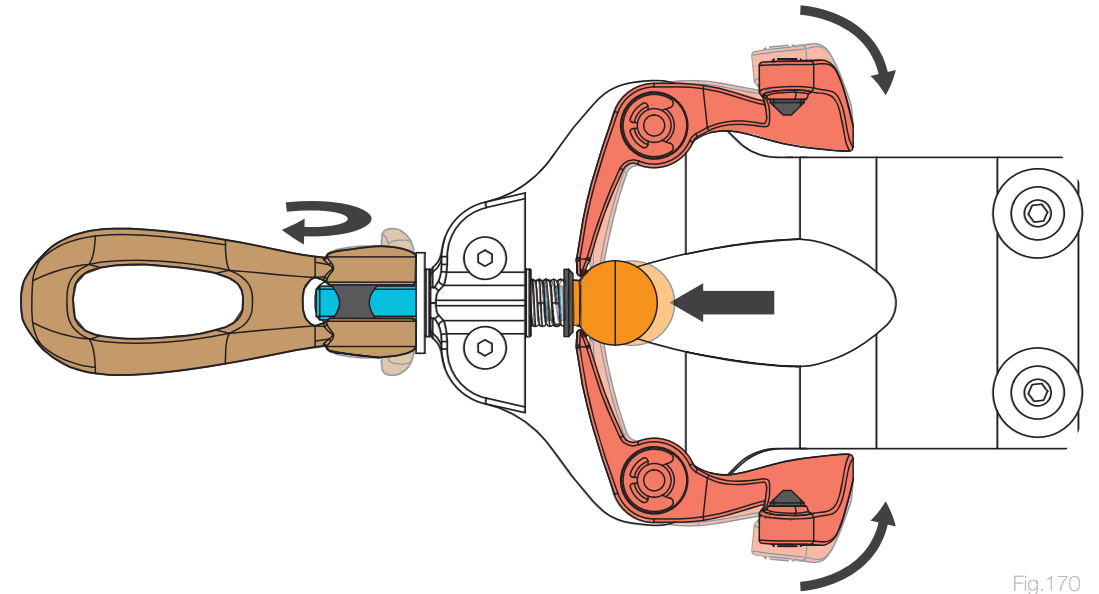


Fig. 170

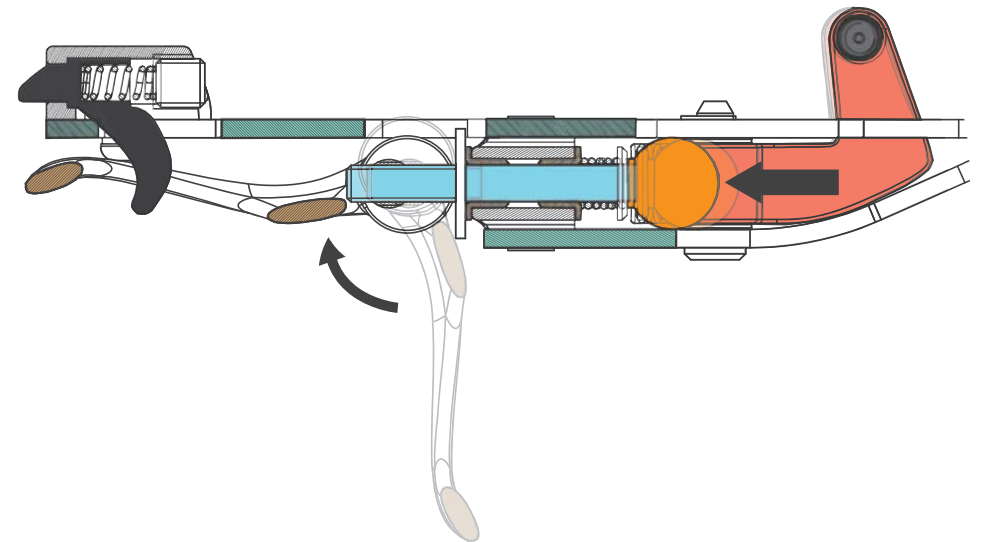


Fig. 171

Fig. 169: Vista superiore del movimento di chiusura effettuato dal meccanismo

Fig. 170: Vista laterale del movimento di chiusura effettuato dal meccanismo

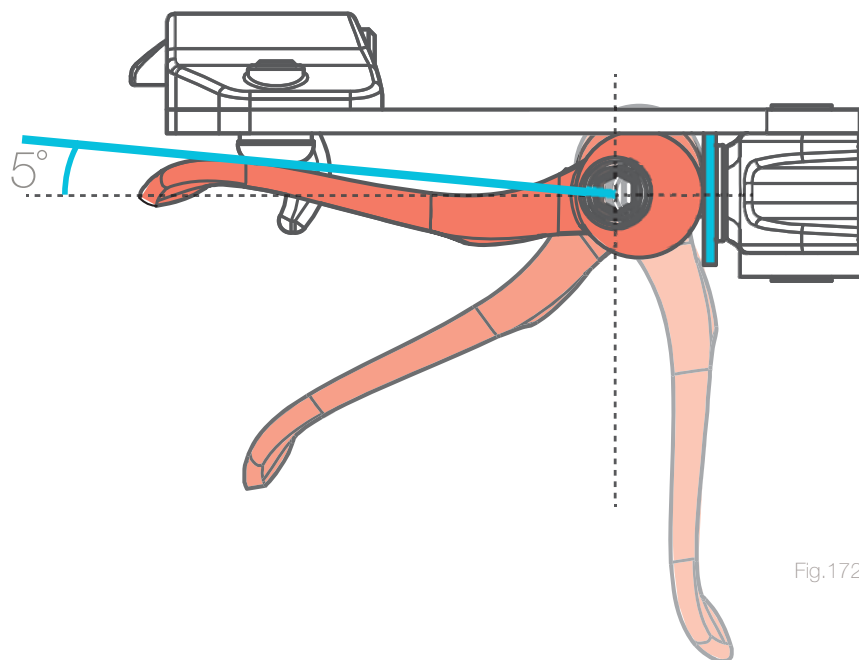


Fig.172

Sono stati presi diversi accorgimenti per far funzionare bene questo meccanismo. Innanzi tutto bisogna capire che la chiusura a leva eccentrica funziona grazie all'attrito che si crea tra la leva e la superficie su cui appoggia. Di conseguenza la leva necessitava di una base solida sulla quale lavorare, e per questo motivo si è deciso di progettare un componente fresato, che oltre a fare da base di appoggio alla camma, permette anche lo scorrimento di prigioniero. La leva, per rimanere chiusa, ha bisogno di superare l'apice dell'eccentricità, in maniera da tendere costantemente a chiudersi, impedendo così l'apertura

accidentale. Maggiore è l'attrito tra la leva e la superficie su cui essa agisce, maggiore sarà la resistenza all'apertura. Per aumentare l'attrito, abbiamo posizionato una rondella sulla quale agisce la camma, in maniera da aumentare il più possibile la superficie di contatto. Questa rondella evita inoltre di complicare il sostegno, che essendo un pezzo fresato deve rimanere il più semplice possibile. Un altro accorgimento preso, è quello di movimentare i bracci attraverso una sfera, riducendo così il contatto tra il braccio e l'entità che lo muove ad un solo punto. Questo accorgimento nasce dall'esigenza di confrontarsi con il contesto nel quale opera il meccanismo, ossia l'ambiente

Fig.172: vista laterale della leva eccentrica con indicato il grado di sorpasso dell'apice.

marino. Infatti esiste una forte possibilità che della sabbia si inserisca tra la sfera e il braccetto, ma considerando che il punto di contatto è di natura puntiforme, il granello di sabbia in questione non riuscirà ad intralciare il corretto funzionamento del meccanismo.

Si potrebbe pensare che sarebbe stato più intelligente chiudere ermeticamente il meccanismo, ma in verità è molto più difficile rendere questo genere di meccanismo ermetico che cercare di convivere con le problematiche del contesto.

Per questo motivo l'intero meccanismo è aperto, in maniera tale da essere facilmente lavabile dopo l'utilizzo ed evitare

così incrostazioni di salsedine. Inoltre, le parti mobili, quali i bracci e il prigioniero azionato dalla leva, scorrono e ruotano all'interno di cuscinetti in poliammide, che riducono drasticamente le tolleranze tra il perno ed il foro in cui esso si muove, impedendo così alla sabbia di entrare e intralciare il movimento del cinematismo. Il poliammide è un materiale auto-lubrificante, e di conseguenza il movimento risulterà fluido in ogni occasione.

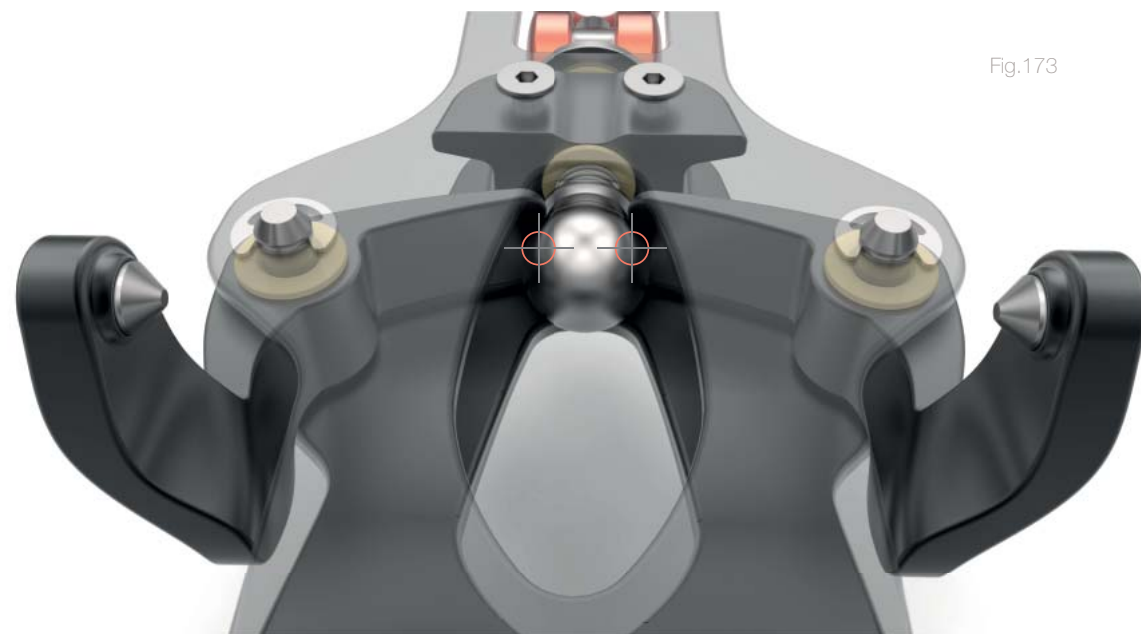


Fig.173

Fig.173: Vista anteriore della sfera con i suoi punti di contatto con i braccetti



Fig.174

L'aggancio Posteriore

L'aggancio della parte posteriore è stato progettato per essere automatico, e quindi auto-bloccarsi al momento dell'inserimento all'interno della sua sede nella suola.

Il cinematismo è molto semplice, e consiste in un espulsore azionato a molla. La testa dell'espulsore è sagomata in maniera tale da entrare automaticamente all'interno della sede nella suola, e non richiede quindi alcun tipo di operazione da parte dell'utente. Inserendo la pala sotto la suola, il meccanismo posteriore entrerà automaticamente, mentre quello

anteriore necessita di una leggera spinta, in quanto le tolleranze sono calcolate per far rimanere attaccato il meccanismo senza necessità di serrarlo contemporaneamente all'inserimento.

Per rimuovere l'aggancio posteriore, una volta aperta la camma, che funge inoltre da sicurezza per evitare un'apertura accidentale dell'espulsore, basterà muovere il grilletto verso l'avanti, e il meccanismo si sfilerà. Questa parte dell'aggancio subisce pochissime sollecitazioni, in quanto la maggior parte del lavoro viene effettuato dal meccanismo anteriore. Anche la suola si oppone ad un movimento errato del meccanismo e di conseguenza non necessita di un inserto metallico.

Fig.174: Vista del meccanismo di chiusura posteriore

Aggancio automatico

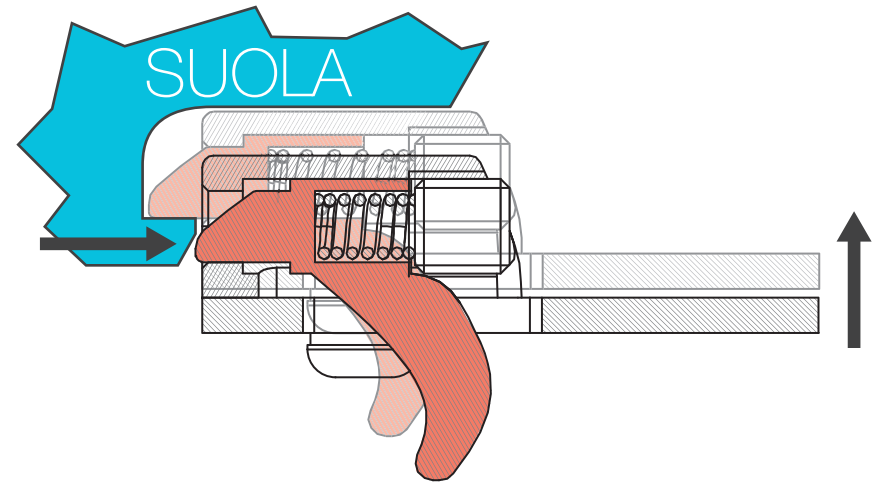


Fig.175

Rimozione manuale

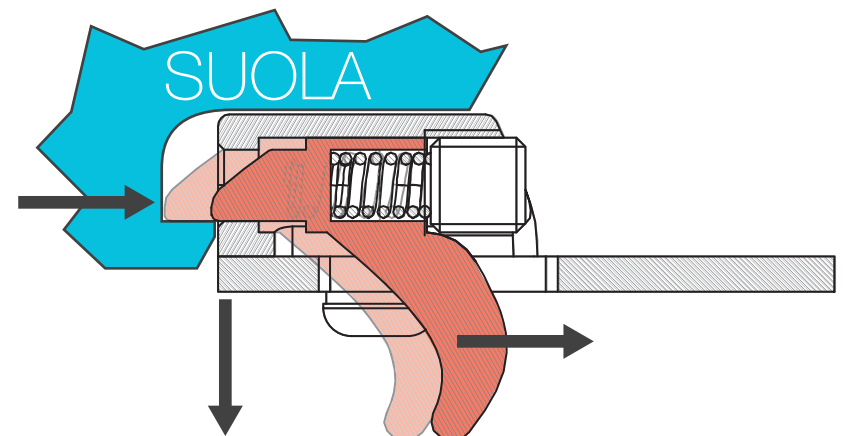


Fig.176

Fig.175: Schematizzazione della fase di aggancio

Fig.176: Schematizzazione della fase di sgancio



Fig.177

L'attacco della Pala

Abbiamo detto che le pinne Mako vogliono poter garantire la possibilità di adattarsi a molti tipi diversi di pala, per soddisfare le esigenze di ogni utente. Per far ciò si è studiato l'attacco della pala in maniera che si potesse adattare a diverse geometrie di attacco.

Le pinne Mako hanno una geometria di attacco leggermente più corta delle altre pinne, perché essendo il meccanismo in alluminio, non serve molto materiale per mantenere fissa la pala. La pala si inserisce tra le due lamiere di alluminio, e successivamente si inseriscono le 4 viti di fissaggio.

La pala può avere diversi spessori, e per adattarsi a queste differenze di spessore, che in genere non superano i 3 o 4 mm, si gioca con la flessibilità del materiale, ossia, quando si svitano i 4 sexbolts l'alluminio tenderà ad aprirsi di quei 3 mm in più che permetteranno l'inserimento di diversi tipi di pala. La piega posta sopra la biforcazione permette che ciò sia facilmente realizzabile.

Nel caso che delle pinne non si adattino all'attacco, è sempre possibile tagliarle manualmente per adattarle alle Mako, ma questa operazione è consigliabile solo se non si vuole spendere per acquistare le pale apposite Mako.

Fig.177: Movimento flessibile della lamiera per il collegamento di pale di vari spessori



Fig.178

Fig.179



Fig.178: Inserimento della pala

Fig.179: Quattro viti di chiusura della pala

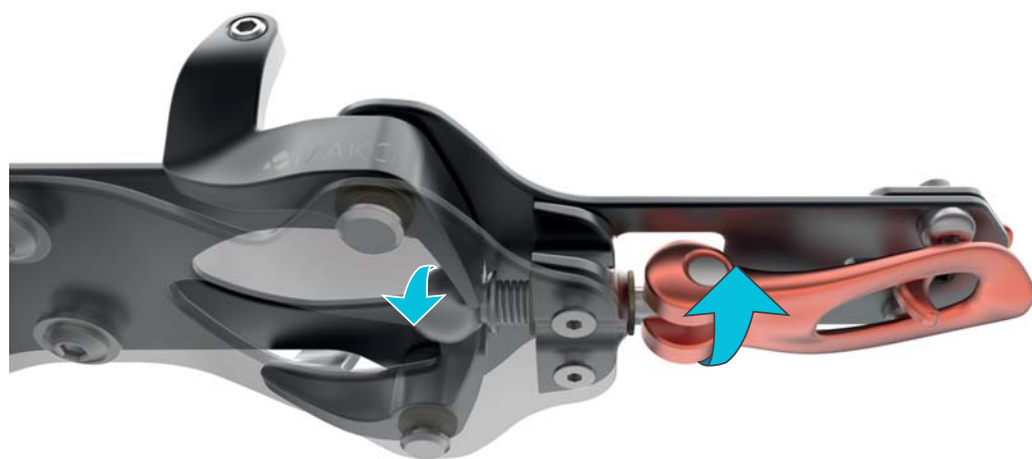


Fig.180

Manutenzione

Per quanto riguarda la manutenzione del meccanismo ci sono alcune piccole operazioni che vanno eseguite ogni tanto per garantire un corretto funzionamento. Innanzi tutto, la cosa più importante è sicuramente sciacquare sotto acqua dolce il meccanismo ogni volta dopo averlo utilizzato in mare, in modo da eliminare il sale che si depositerebbe sul meccanismo. Questa operazione avviene abitualmente per gli oggetti usati in mare, e che devono sempre essere sciacquati dopo l'utilizzo.

Un'altra operazione che potrebbe essere necessaria è quella di regolare il sistema di chiusura. Per far ciò biso-

gna semplicemente avvitare o svitare la camma tenendo ferma la sfera.

Anche l'avvitamento dei può risultare necessaria nel caso questi si allentino troppo durante l'utilizzo.

Per quanto riguarda invece il meccanismo di bloccaggio posteriore la molla può essere regolata attraverso il grano di serraggio.



Fig.181



Fig.182



Fig.182: Avvitamento dei grani di chiusura

Fig.183: Necessità di lavaggio del meccanismo per eliminare salsedine e sedimenti

Fig.180: Regolazione della forza di chiusura del meccanismo centrale

Fig.181: Regolazione della molla del meccanismo posteriore



Fig.184

Possibili Sviluppi

Come ogni progetto, non esiste una fine al percorso progettuale. Esistono sempre moltissimi aspetti che si possono migliorare e la perfezione è un'utopia irraggiungibile. Per questo motivo ho deciso di dedicare un paragrafo a quelli che potrebbero essere sviluppi futuri del progetto, eventuali problemi e possibili applicazioni delle pinne Mako.

Intercambiabilità

Il primo argomento che affrontiamo è quello che riguarda l'autoproduzione e la possibilità di cambiare pale a seconda delle esigenze. Più che

una connessione rapida e immediata, si è voluto dare importanza alla possibilità di adattare qualunque forma all'attacco, senza limitare nella fantasia gli artigiani, come invece fanno la maggior parte delle grandi aziende. Quindi per questo motivo l'attacco presenta una vasta area libera intorno a se, e in questo modo qualunque tipo di lastra può essere connesso. I longheroni infatti fanno parte della pala e non del meccanismo, in modo da non vincolare la forma della pala. E' quindi possibile collegare ogni tipo di pala al meccanismo delle Mako, rendendolo quindi un prodotto versatile. Materiali e forme sono percorribili in tutta la loro vastità, e solo l'idea dell'artigiano può veicolarle in una forma.

Fig.184: Possibilità di collegare qualsiasi pala



Fig.185



Fig.186

Fig.185: Ipotesi di una monopinna

Fig.186: Ipotesi di una pinna da snorkeling o da scuba-diving



Fig.188

Rigidità Stecchette

Sempre nell'ambito dell'auto produzione potrebbe essere interessante pensare che le stecchette dell'ausilio possano variare a volontà dell'utente, ed essere più o meno rigide a seconda delle esigenze di chi utilizza le pinne. Il pescatore sub è una persona molto pratica che ama il fai da te, ed ognuno ha la propria scienza in tema di pinne, e di conseguenza viene naturale pensare che le persone possano voler cambiare la rigidità dell'ausilio per assecondare i gusti personali. Anche in questo caso le pinne Mako vengono incontro all'utente permet-

tendo una facile e rapida sostituzione delle stecchette.

Questo aspetto di autoproduzione è stato fondamentale nella progettazione ed ho sempre tenuto conto del fatto che le persone amano personalizzare i propri prodotti, soprattutto se questi hanno un prezzo elevato come possono averle le pinne Mako. Progettare una piattaforma è sempre difficile, in quanto bisogna capire come e dove lasciare libertà di cambiamento all'utilizzatore,

Fig.188: Diverse stecchette con rigidità variabile a seconda delle esigenze dell'utente.

Problemi

Ci sono aspetti del progetto che necessitano probabilmente di una verifica eseguita su un prototipo, in quanto non si possono prevedere tutti i comportamenti del progetto.

In particolare possiamo pensare alla questione delle taglie. Finché non si costruirà un prototipo funzionante non si può sapere se posizionare gli attacchi in quel modo sia la cosa più idonea. Sicuramente è la meno cara, e se funziona così tanto meglio. Altrimenti è possibile ragionare in un'altra maniera, ossia, spostare l'attacco posteriore a seconda della taglia, posizionando diversi fori in maniera da adattare l'attacco a varie

taglie. Non abbiamo deciso di optare per quest'opzione in modo da progettare un sostegno che si adatti ad ogni numero.

In ogni caso il prezzo del componente varierebbe di poco visto che la tecnica produttiva è il taglio laser.

In questo caso esisterebbero tre posizioni diverse per l'aggancio posteriore e di conseguenza anche della sede all'interno della suola.

Fig.189



Fig.189: Eventuale variazione della lunghezza della lamiera superiore

12

Engineering

Adesso affronteremo la parte di produzione ed ingegnerizzazione del meccanismo delle Mako.

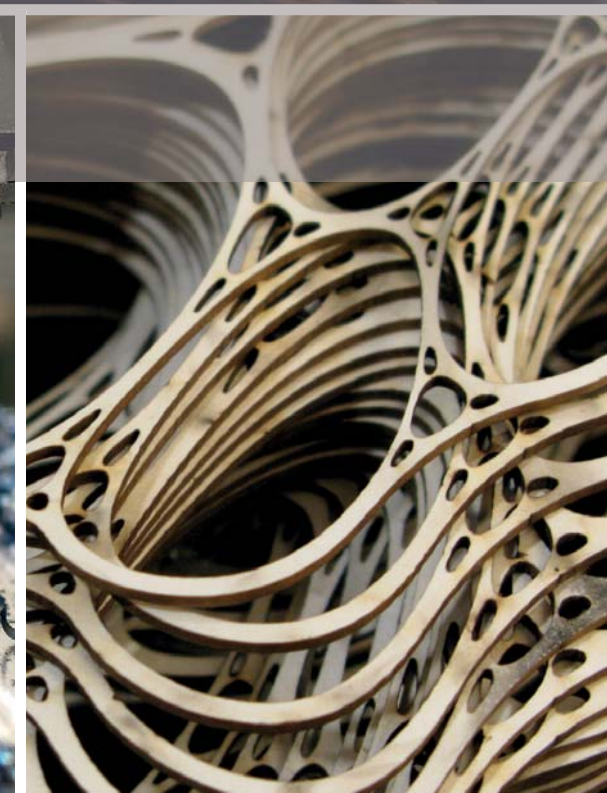
In questo paragrafo analizzeremo sia le fasi di montaggio che le tecnologie produttive che permettono il funzionamento e l'esistenza stessa del meccanismo. Cercheremo di approfondire ogni aspetto dei componenti, analizzandone il materiale e le tecniche produttive più adeguate.

La prima considerazione da fare è sicuramente di tipo commerciale, ossia, stiamo parlando di un oggetto che nel migliore dei casi venderà massimo 5000 o 6000 pezzi, quindi numeri molto bassi. Questo perchè,

nonostante sia uno sport molto praticato, esiste una grandissima quantità di piccoli produttori che soddisfano i mercati locali. Esistono le grandi aziende, come Mares, Sporasub o C4, che sono leader indiscussi delle pinne di alta gamma, ma anch'esse si trovano di fronte un'innumerabile quantità di piccole realtà aziendali al limite dell'artigianato.

Le tecnologie produttive saranno di conseguenza adatte a questo tipo numeri di vendita, e le tecnologie di taglio e sottrazione di materiale, come fresatura CNC o lamiere tagliate laser, saranno sicuramente le favorite su produzioni che necessitano di stampi costosi. Per verificare ciò effettueremo inoltre un'analisi dei costi.

Fig.190: Tecniche di lavorazione utilizzate nel progetto Mako: Taglio Laser, Fresatura e Tornitura



- 01 - Lamiera superiore
- 02 - Lamiera inferiore
- 03 - Braccetti
- 04 - Cuscinetti di Scorrimento
- 05 - Perna di Rotazione
- 06- Sostegno Perno
- 07 - Leva Eccentrica
- 08 - Prigioniero Leva
- 09 - Molla di Ritorno
- 10 - Rondella di Ritorno
- 11 - Sfera di Trazione
- 12 - Supporto Attacco Posteriore
- 13 - Gancio Posteriore
- 14 - Molla Gancio Posteriore
- 15 - Vite di Regolazione
- 16 - Viteria Varia

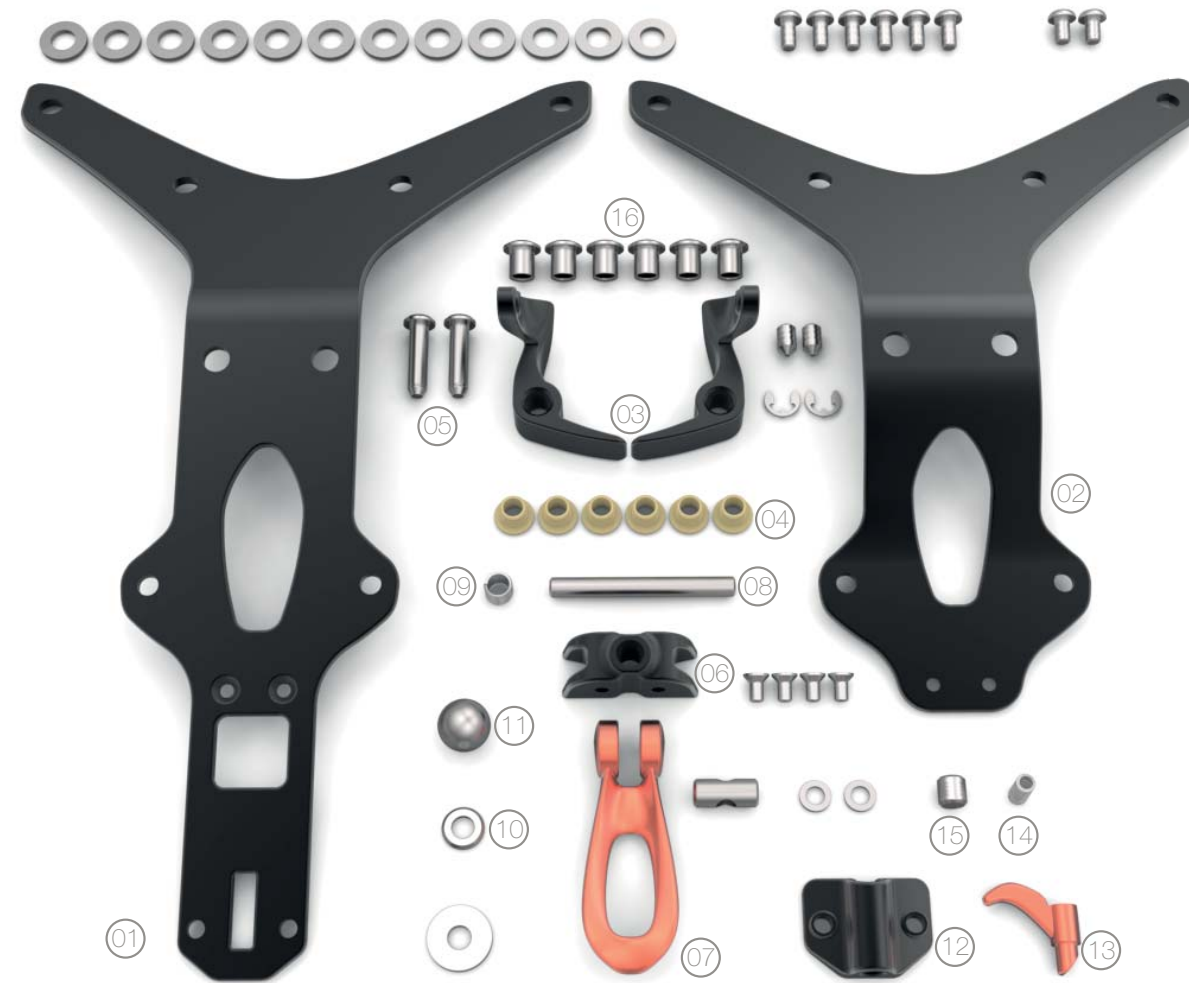


Fig.191

Fig.191: Panoplia dei componenti del meccanismo

Lamiere

Sicuramente bisogna iniziare a spiegare le scelte produttive e materiche dell'intelaiatura che sostiene tutto il meccanismo, ossia le due lamiere portanti.

La scelta della lamiera è dovuta al basso numero produttivo del prodotto, e di conseguenza la scelta era limitata a poche tecnologie produttive. La scelta di come produrre il corpo centrale è stata lunga e travagliata. Infatti esiste la necessità di inglobare l'intero meccanismo, che dovrà per forza di cose avere fori calibrati ed una bassa tolleranza produttiva. Quindi le idee variavano dalla fresatura dal pieno fino alla lamiera tagliata laser passando da un eventuale forgiatura del pezzo. Il problema risiede nello sforzo applicato sulla pala. Per progettare il meccanismo è stato infatti deciso di applicare un eventuale carico eccessivo di 50 kg per pala, nello sciagurato caso in cui qualcuno decidesse di camminare in punta di piede, o meglio di pinna, sottoponendo quindi l'attacco ad un carico improprio estremo. I risultati dei calcoli e le simulazioni hanno portato alla conclusione che lo spessore necessario era di circa 8mm di alluminio. Quindi bisognava capire se era il caso di optare per una fresatura ed una piegatura di una lamiera a spessore variabile associata ad

una lamiera, o una lamiera associata ad un pezzo fresato, o due lamiere e alcuni piccoli componenti fresati. La soluzione scelta è stata appunto questa, perchè permetteva sia le esigenze formali, che quelle economiche e strutturali.

Il materiale scelto per le lamiere è l'alluminio, in particolare il 6061, che si comporta bene in ambienti marini ed è facilmente lavorabile dall'utensile.

La tecnologia utilizzata per la produzione è quella del taglio laser ed una successiva piegatura. Alcuni fori necessitano di tolleranze precise e altri di svasatura, quindi è probabile una successiva foratura del pezzo, per garantire il corretto funzionamento del meccanismo.

| Info | Lamiera Superiore | Lamiera Inferiore |
|-------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Materiale | Al 6061 | Al 6061 |
| Tecnologia | Taglio Laser | Taglio Laser |
| Lavorazioni | Piegatura Foratura Verniciatura | Piegatura Foratura Verniciatura |
| Peso | 124 g | 109 g |

Fig.192

Fig.192: Tabella riassuntiva delle caratteristiche delle lamiere



Fig.193

Fig.193: Vista della lamiera inferiore (sinistra) e della lamiera superiore (destra)

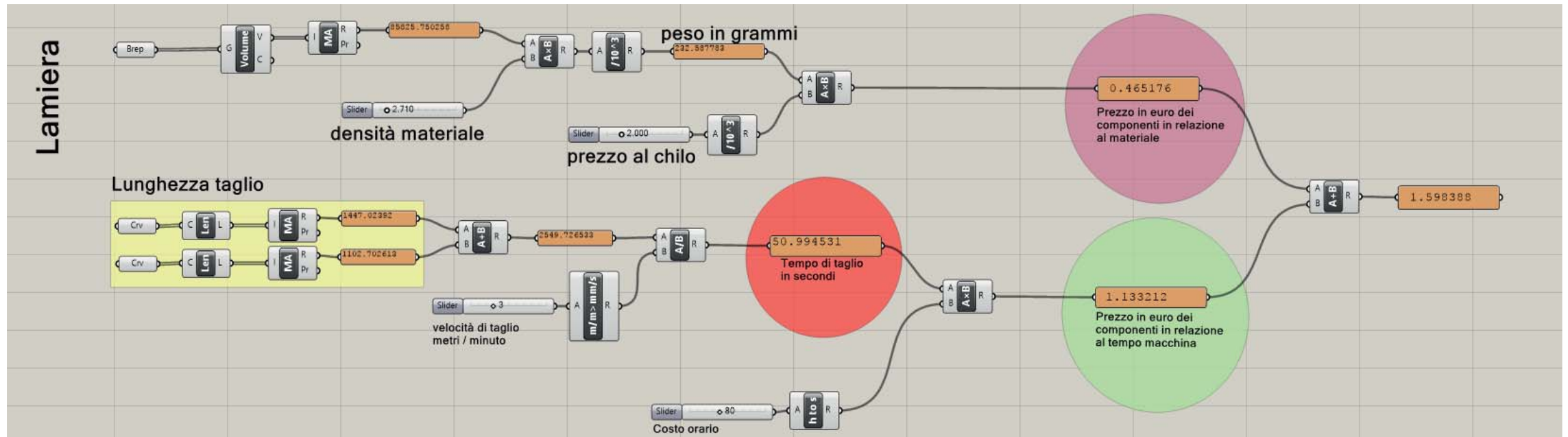


Fig.194

Ipotesi di Costo

Per quanto riguarda le lamiere sono stati eseguiti alcuni approfondimenti. In particolare si è calcolato un'ipotesi del costo di produzione di singolo pezzo, in modo da capire se le scelte effettuate erano conformi ai numeri di produzione. Per calcolare il prezzo si sono tenuti in conto molti fattori, tra cui il costo macchina, il prezzo al chilo e altre variabili. Nel caso specifico delle lamiere si è sviluppato un algoritmo di Grasshopper^[23], plugin per Rhinoceros, in grado di calcolare il prezzo del singolo pezzo di lamiera partendo direttamente dalla matematica 3d.

Collegando la matematica di Rhino in Grasshopper sono riuscito a gestire le diverse variabili che entrano in gioco nel taglio della lamiera, ossia la lunghezza del taglio, che viene divisa per la velocità di taglio della macchina, impostato su una media di 3m/s, da cui si ricava il tempo di taglio della lamiera. Il tempo deve essere moltiplicato per il costo orario e si ottiene così il costo del tempo macchina. Al costo del tempo macchina si deve aggiungere il costo del materiale moltiplicato per il peso del componente, e la somma risultante, 1.59 €, corrisponde ad un'ipotesi di prezzo di entrambi i componenti in lamiera. Questo sistema è versatile e valido per qualsiasi matematica.

Fig.195

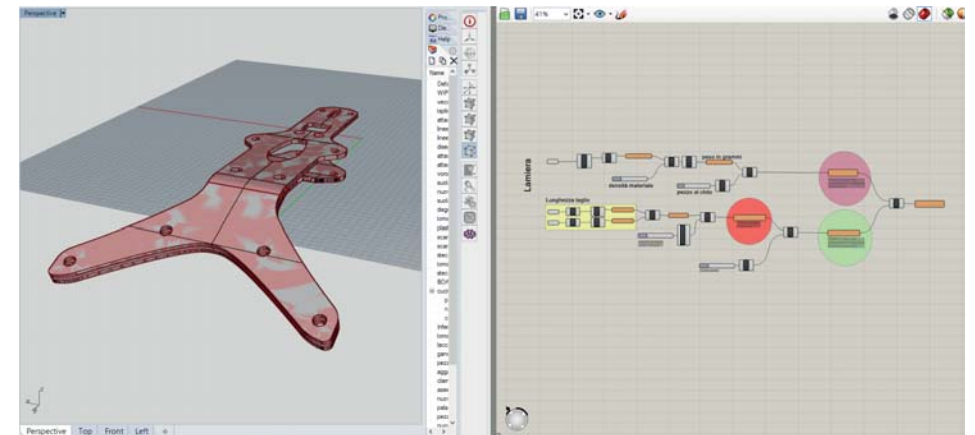


Fig.194: Algoritmo sviluppato per calcolare il prezzo di qualsiasi lamiera gestendo tutte le variabili del caso

Fig.195: Screenshot dell'algoritmo direttamente collegato al modello 3D della lamiera

23 Software in grado di elaborare in tempo reale dati inseriti attraverso un sistema simile alla programmazione



Fig.196



Fig.197

Corrosione

Altri approfondimenti effettuati per quanto riguarda le lamiere, si sono concentrati in particolare sull'ossidazione in ambiente marino. L'alluminio 6061 è un materiale che si adatta bene all'acqua salata, e presenta bassi costi di produzione. Tuttavia approfondimenti sull'ossidazione erano necessari. In particolare esisteva la possibilità che sorgessero problemi dovuti all'associazione dell'alluminio e dell'acciaio inossidabile delle viti. Infatti, in ambiente marino può accadere che un materiale meno nobile come l'alluminio venga influenzato negativamente

dalla presenza di un materiale più nobile come l'acciaio inossidabile e ne può scaturire un processo di corrosione per Pitting^[24], tipico dell'alluminio. Nel nostro caso però, è stato confermato che la quantità e la disposizione di alluminio rispetto all'acciaio era tale per cui il problema non sorgesse affatto, ma avesse addirittura proprietà benefiche per l'acciaio inossidabile delle viti. Infatti per elettrolisi l'alluminio corroderà al posto dell'acciaio inossidabile, ma in quantità estremamente ridotte e solo in vicinanza delle viti. La verniciatura superficiale dell'alluminio è stata scelta come soluzione a questo eventuale problema che in realtà non è considerabile come tale.

Fig.196: Esempio di corrosione dell'alluminio

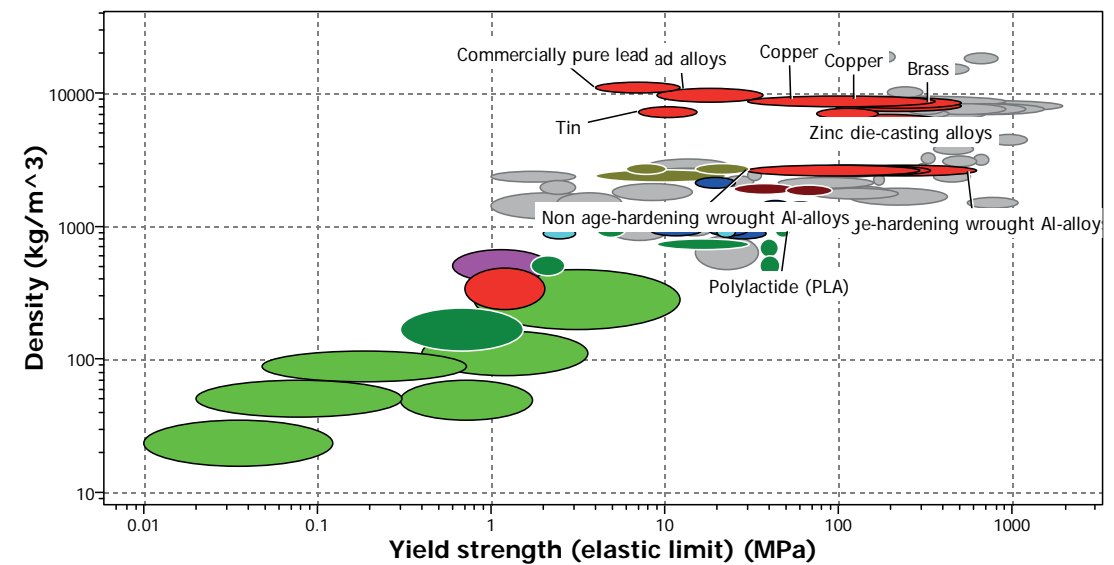
Fig.197: Connessione viti-lamiera

Sceita dei Materiali

Per quanto riguarda la scelta del materiale utilizzato l'alluminio ha passato un severo test di selezione. In particolare sono stati presi in considerazione i fattori legati alle problematiche ambientali, ossia la resistenza all'acqua dolce e salata. A questo fattore è stata poi legata una considerazione di tipo puramente fisico, ossia il peso. Non volevamo infatti che il meccanismo fosse troppo pesante, altrimenti sarebbe potuto affondare facilmente non permettendo una corretta pinneggiata. Il peso attuale infatti, poco più di 400 grammi, compensa la galleggibilità del neoprene e della scarpetta

in genere. Si è soliti mettere pesi alle caviglie per portare sott'acqua le pinne e non sbattere sulla superficie. In questo modo la scarpetta è correttamente bilanciata per una corretta pinneggiata. La scelta del materiale inoltre era legata anche alla processabilità, in quanto era necessaria la possibilità di modificare plasticamente il componente. La scelta dell'alluminio 6061 permetteva un corretto bilanciamento delle proprietà necessarie.

Fig.198



24 Cigada A., Del Curto B., Lev M., Materiali per il design, 2008

Fig.198: Diagramma estratto dal software CES per la selezione dei materiali



Fig.199

Fresatura

Sono 5 i componenti che dovranno essere fresati per il meccanismo delle pinne Mako. I volumi produttivi ipotizzati non davano spazio ad altre tipologie di produzione, infatti realizzare stampi per la pressofusione di questi componenti diventava estremamente dispendioso e non conforme ai numeri di produzione.

La scelta della tecnologia produttiva è stata inoltre influenzata dalle tecnologie già utilizzate in questo settore, che ci fa capire la giusta strada da percorrere.

Considerando il numero di 300 pezzi venduti, la fresatura risultava l'unica soluzione. Inoltre per il funzionamento

del meccanismo è necessaria un'elevata precisione delle operazioni in quanto ogni foro deve essere calibrato per garantire il corretto funzionamento del meccanismo generale.

È stato poi fatto un ragionamento di complessità del prodotto. Il cammino per raggiungere il risultato finale è stato lungo e travagliato, in quanto l'obiettivo era quello di asciugare il più possibile il meccanismo per trovare un risultato ideale.

Sono stati privilegiati componenti più piccoli e magari leggermente più complessi, in modo da ridurre il tempo di produzione. In particolare essendovi direzioni di foro perpendicolari, sarà quasi sempre necessaria una fresatura a 4 assi.



Fig.200

Fig.199: Esempio di fresatura

Fig.200: Tutti i componenti fresati del meccanismo delle Mako

Braccetti

Il meccanismo presenta due braccetti speculari, fresati in alluminio 6061, che svolgono la funzione di mantenere in posizione il meccanismo durante l'utilizzo. In questo caso la fresatura era necessaria, e l'unica alternativa poteva essere una fusione con successiva foratura dove necessaria. Fresando direttamente il pezzo con una fresa a 4 assi, è possibile ottenere direttamente il pezzo finito e risparmiare quindi in tempi di produzione. I fori vanno in direzioni perpendicolari e di conseguenza di per se non era ipotizzabile una classica fresatura a 3 assi. Le tolleranze necessarie ai fori di rotazione sono dettate dai cuscinetti in PA, ossia H7 o H6. Il foro dove si avvitano i grani di presa dovranno essere maschiati.

Le alternative alla fresatura su tornio a controllo numerico può essere altrimenti una fresatura a 3 assi iniziale e una successiva foratura calibrata dei fori per i grani e dei fori di rotazione. Ne deriva comunque la necessità di una finitura manuale del pezzo ottenuto. Le tolleranze dei fori dei perni di rotazione sono importanti per garantire un corretto funzionamento di questi ultimi e allo stesso tempo impedire la penetrazione negli interstizi di sabbia o altri detriti che comprometterebbero il funzionamento dell'intero meccanismo.



Fig.201

| Info | Braccetto |
|-------------|---------------------------|
| Materiale | Al 6061 |
| Tecnologia | Fresatura |
| Lavorazioni | Rettifica Verniciatura |
| Peso | 16 g |

Fig.201: Braccetto con indicazioni di lavorazione e tabella riassuntiva

Guida Distanziale

Questo componente svolge moltissime funzioni, in quanto innanzi tutto permette lo scorrimento del prigioniero della leva eccentrica di scorrere e trazionare i braccetti che chiudono il meccanismo. Oltre a ciò collega le due lamiere nella parte posteriore per cui presenta appunto 4 fori filettati M4 nel quale si avvitano le corrispettive viti della lamiera. La parte posteriore del pezzo inoltre è quella su cui la leva eccentrica poggia per mettere in trazione il sistema di chiusura.

Anche in questo caso la fresatura è la soluzione ideale visti i volumi produttivi. per questo componente però, è molto più ipotizzabile una fresatura a 3 assi, in quanto presenta una faccia totalmente piana e senza sottosquadri. I fori maschiati per potervi avvitare le lamiere sono in direzione perpendicolare rispetto al foro principale, a è anche vero che questi possono essere eseguiti una volta ricavato il pezzo definitivo da una fresata a 3 assi.

Ricordiamo che anche in questo caso lo scorrimento della leva avviene attraverso due cuscinetti in poliammide posti nel foro centrale. Questi cuscinetti richiedono una tolleranza H7.



Fig.202

| Info | Componente |
|-------------|---------------------------|
| Materiale | Al 6061 |
| Tecnologia | Fresatura |
| Lavorazioni | Rettifica Verniciatura |
| Peso | 15 g |

Fig.202: Guida distanziale con indicazioni di lavorazione e tabella riassuntiva

Leva Eccentrica

La leva eccentrica è una comunissima leva eccentrica come quelle delle biciclette. Ha un'unica differenza, ossia il funzionamento è ruotato di 90 gradi, per permettere di avere la chiusura con la leva parallela al prigioniero da trazione. Infatti una leva eccentrica classica risulterà in posizione chiusa quando la leva si trova perpendicolare al prigioniero, mentre nel caso delle Mako, sia per questioni di spazio che di usabilità, la leva si trova appunto parallela al prigioniero quando il meccanismo è chiuso. Questo perché altrimenti la leva risulterebbe di intralcio, rappresentando infatti una notevole sporgenza. In questo modo la leva occupa semplicemente l'altezza della circonferenza. Quest'ultima è stata progettata per spostare il perno di 4 mm conseguentemente ad una rotazione di 90 gradi. Questa distanza è quella necessaria a ruotare i braccetti per scollegarsi dall'inserto nella suola. La leva viene prodotta in Alluminio 6061: necessità però di un'elevata finitura superficiale perché sempre a contatto con il corpo umano. La forma, la precisione richiesta e le sensazioni da comunicare sono possibili solo con una fresatura a 5 assi, tecnologia oggi utilizzata per produrre diversi modelli di leve eccentriche.

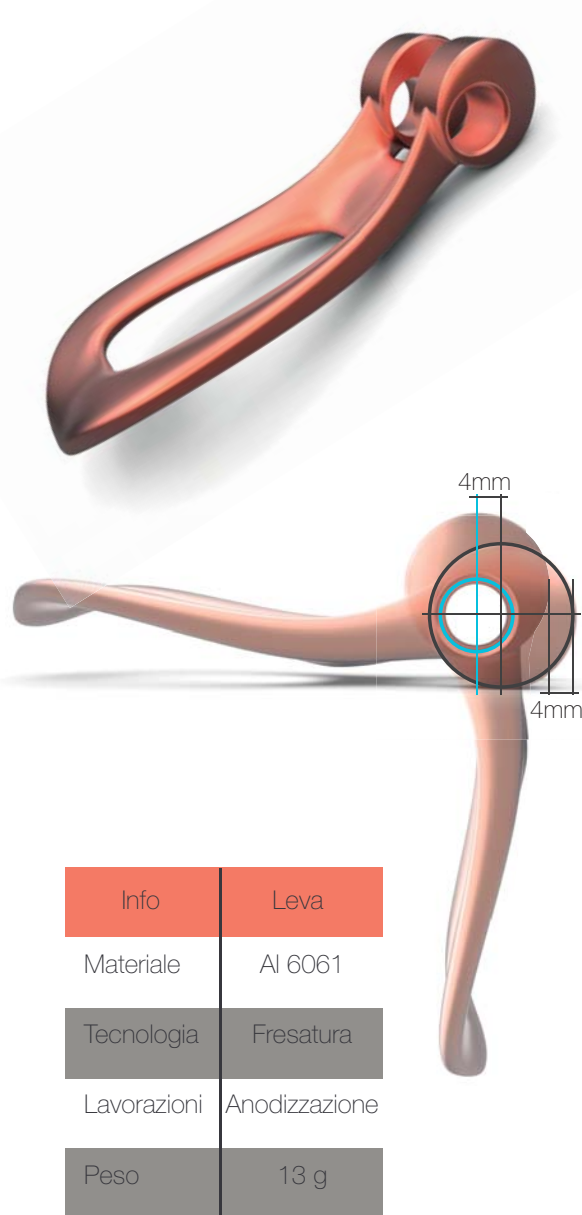


Fig.203

Fig.203: Vista della leva eccentrica con spiegazione dell'eccentricità e tabella riassuntiva

Supporto Meccanismo Posteriore

Per quanto riguarda la parte posteriore del meccanismo, ossia quella in cui l'espulsore blocca la pala, i componenti si muovono scorrendo in un pezzo fresato. Il componente presenta due fori filettati M5 necessari per avvitare alla lamiera, senza quindi la necessità di un dado. Questo perché il componente deve entrare all'interno dello scavo nella suola per eseguire il bloccaggio del meccanismo. Per questo stesso motivo presenta una forma leggermente svasata, in modo che entri facilmente all'interno della suola.

Dopo di che osserviamo un foro a diametro variabile che funge da binario per l'espulsore e allo stesso tempo da fine corsa.

Nella parte posteriore invece è presente una filettatura M8 nella quale si avvista un grano necessario per regolare e bloccare la molla che spinge l'espulsore. Il pezzo, prodotto in Alluminio 6061, presenta un'apertura nella parte inferiore che permette al grilletto di affacciarsi sulla faccia inferiore della lamiera e renderlo quindi accessibile all'utente nonché per evitare di impedire l'inserimento del meccanismo.



Fig.204

| Info | Sup. Post. |
|-------------|---------------------------|
| Materiale | Al 6061 |
| Tecnologia | Fresatura |
| Lavorazioni | Rettifica Verniciatura |
| Peso | 11 g |

Fig.204: Supporto del meccanismo posteriore con indicazioni di lavorazione e tabella riassuntiva

Espulsore

L'espulsore è quel componente che svolge la funzione di scollegare e collegare il meccanismo della pala alla suola nella parte posteriore.

Come per la leva eccentrica, l'espulsore è uno degli oggetti che viene appositamente a contatto con l'utente e quindi necessita di qualità superficiali elevate rispetto ad altri componenti.

Anche la forma è complessa e necessita con ogni probabilità di una fresa a 5 assi per essere prodotto. Questo perché presenta un foro di diametro 6 mm nel quale viene posizionata la molla che attiva il meccanismo.

La molla ha un diametro di 5mm, di conseguenza non è necessario esplicitare particolari tolleranze per questa feature. Ciò che invece ha bisogno di tolleranza precisa è il corpo cilindrico che permette all'espulsore di scorrere all'interno del supporto. In questo caso, come negli altri, una tolleranza H6-H7 di scorrimento sarà la soluzione ideale per permettere al componente di scorrere senza problemi.

Si è deciso infatti di non rivestire il componente con un film antiscivolo in PTFE, per evitare costi aggiuntivi. Potrebbe però essere presa in considerazione questa possibilità nel caso l'espulsore non si muova in maniera corretta.

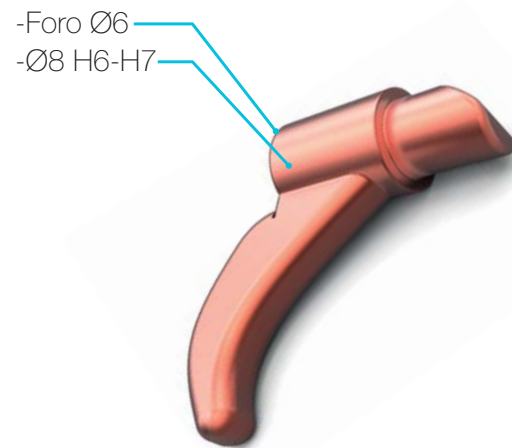


Fig.205

| Info | Espulsore |
|-------------|---------------|
| Materiale | Al 6061 |
| Tecnologia | Fresatura |
| Lavorazioni | Anodizzazione |
| Peso | 02 g |

Fig.205: Espulsore con indicazioni di lavorazione e tabella riassuntiva



Fig.206

Fig.206: Vista prospettica della panoplia



Fig.207

Assemblaggio

Per quanto riguarda l'assemblaggio del meccanismo si è deciso di seguire una linea semplice ed evitare eventuali saldature o quant'altro, per invece favorire una semplice ma efficace connessione bullonata.

Questo perchè volevamo lasciare la possibilità di eventualmente riparare o sostituire eventuali componenti rotti. Allo stesso tempo un'eventuale saldatura in ambiente marino potrebbe creare zone facilmente soggette a corrosione e di conseguenza potrebbe comportare una rottura.

Le connessioni bullonate devono però tenere conto dell'aggressività dell'ambiente marino e saranno perciò di ac-

ciaio inossidabile per comportarsi nel migliore dei modi alla corrosione. Abbiamo inoltre verificato in precedenza la compatibilità tra alluminio e acciaio inossidabile in acqua marina.

Un altro aspetto risiede nella qualità puramente estetica della connessione bullonata. Non si è optato per una classica via di dado e bullone esagonali, ma bensì sono stati utilizzati i così detti "sexbolts", ossia dei dadi e dei bulloni entrambi a forma di vite a brugola, per conferire maggiori proprietà estetiche al prodotto.

Analizzeremo ora l'assemblaggio dei vari componenti del meccanismo.



Fig.208

Fig.207: Catena di montaggio Lego

Fig.208: Vista prospettica dell'esploso

1 Il componente base su quale viene assemblato tutto il meccanismo è la lamiera inferiore, in quanto permette di ancorare praticante tutti i componenti ed è quindi un'ottima base di partenza. Il meccanismo è simmetrico e di conseguenza, come per la produzione, l'assemblaggio avviene allo stesso modo per entrambi i meccanismi sia destri che sinistri, essendo esattamente uguali.



Fig.209

2 Successivamente viene pre-assemblato il gruppo dei braccetti. I braccetti sono speculari ed il loro assemblaggio è estremamente semplice. Si inseriscono i cuscinetti in Poliammide all'interno degli appositi fori, e si avvita il grano di chiusura nella parte alta del braccetto. Per collegare il sottoassieme alla lamiera inferiore, bisognerà inserire il perno di rotazione da sotto la lamiera e poi da sopra si inserirà il braccetto.

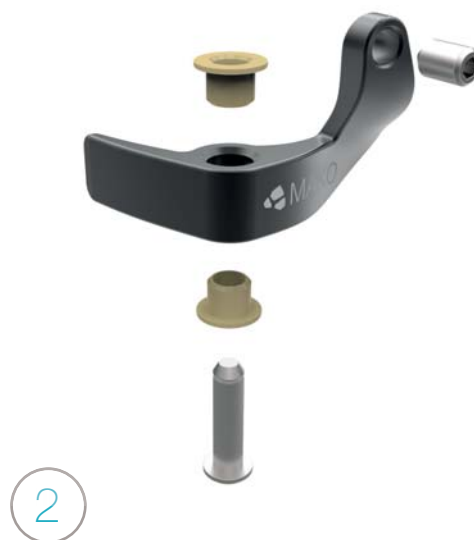


Fig.210

Fig.209: 01 Lamiera di base

Fig.210: 02 Sotto-assieme di montaggio dei braccetti

3 Una volta montati i braccetti si inserisce il sotto gruppo della sfera. Questo sotto assieme è composto dal componente fresato in cui si inseriscono innanzi tutto i cuscinetti. Dopo di che la sfera viene avvitata sul prigioniero dove vengono poi inseriti successivamente la rondella e la molla di ritorno. Il tutto viene poi inserito nell'apposito foro di scorrimento. Si avvita poi tutto il sotto-assieme alla lamiera inferiore per mezzo di due viti M4. In questa fase bisogna fare bene attenzione a collocare i braccetti tra la sfera e la rondella.



3



Fig.211

4 Per bloccare il prigioniero e per far funzionare per la prima volta il meccanismo, bisogna montare la leva eccentrica. Innanzi tutto bisogna collocare il perno della leva nei fori dell'eccentrico e successivamente avvitarlo sul prigioniero, facendo ben attenzione a posizionare precedentemente la rondella di appoggio della leva, che altrimenti non funzionerebbe. Ruotando la leva eccentrica o la sfera è possibile regolare e calibrare il meccanismo.



4



Fig.212

Fig.210: 03 Sotto-assieme di montaggio del sistema di trazionamento dei braccetti

Fig.212: 04 Sotto-assieme di montaggio della leva eccentrica

5 Dopo aver posizionato la leva eccentrica è giunto il momento di posizionare la lamiera superiore. Facendo bene attenzione al posizionamento dei perni di rotazione bisogna piazzare la lamiera sopra i componenti assemblati precedentemente.



5



Fig.213

6 Una volta posizionata la lamiera si può procedere ad avvitare e serrare il tutto. Si avvitano prima gli altri M4 al sostegno del prigioniero, poi i due sexbolts anteriori. Una volta fissati questi, è possibile montare i Seiger che bloccheranno i perni di rotazione dei braccetti.



6



Fig.214

Fig.213: 05 Sotto-assieme di montaggio della lamiera superiore

Fig.214: 06 Sotto-assieme di montaggio delle viti di chiusura del meccanismo

7 La penultima operazione è quella di montare l'aggancio posteriore. Il montaggio avviene posizionando l'espulsore all'interno del binario di scorrimento, facendo ben attenzione che arrivi fino in fondo e appaia da foro di uscita. Bisogna poi posizionare la molla all'interno dell'espulsore e avvitare il tutto con il grano M6 a testa piatta. A questo punto si può avvitare il sotto-assieme nella parte posteriore della lamiera superiore, per mezzo di due viti M5. Questa operazione deve avvenire con la leva eccentrica aperta.



Fig.215

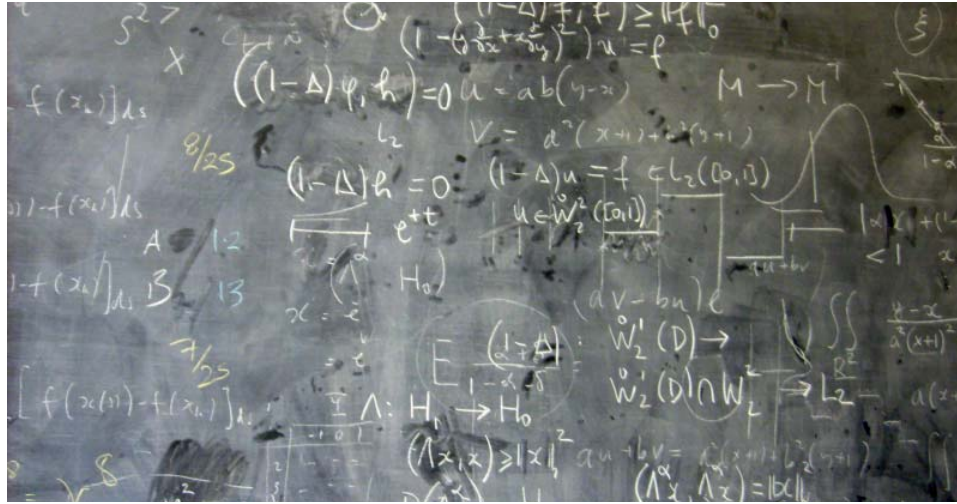
8 Infine avviene l'operazione legata alla pala. Quest'ultimo passaggio può essere fatto dall'utente, che decide che tipo di pala acquistare. Sfruttando l'elasticità dell'alluminio, si inserisce la pala allineando i fori della pala con quelli della lamiera. Vengono poi inserite le femmine dei sexbolts nella parte inferiore della lamiera, e si avita poi il tutto inserendo i maschi nella parte superiore.



Fig.216

Fig.215: 07 Sotto-assieme di montaggio del meccanismo posteriore

Fig.216: 08 Montaggio della pala



Calcoli Strutturali

Per quanto riguarda i calcoli strutturali eseguiti sul progetto, il punto critico era capire lo spessore da adottare per le lamiere, in quanto sono i componenti soggetti al maggiore sforzo, in particolare sulla parte anteriore dove si collega la pala. Abbiamo deciso di ipotizzare uno spessore della lamiera di 4mm, e semplificato il fatto di avere due lamiere ad una singola trave con spessore raddoppiato, ossia 8mm. Sono stati eseguiti i calcoli sia per uno sforzo puntuale di 500N, equivalenti ad una persona che cammina con le pala ai piedi, eseguendo un uso scorretto del prodotto, sia nel caso di

utilizzo durante la pinneggiata, con sforzo quindi a fatica. È stato dimostrato che durante la pinneggiata lo sforzo medio generato da un atleta è di circa 64N^[25] al piede, e di conseguenza anche sulla pala. Abbiamo quindi semplificato il modello ad una trave incastrata in corrispondenza degli attacchi anteriori, quindi con una lunghezza pari a 220mm.

Dati

$F = 500\text{N}$ oppure $F = 64\text{N}$
 $L = 220\text{mm}$
 $h = 8\text{mm}$
 $w = 52\text{mm}$

25 Yamaguchi H, Shidara F, Naraki N, Mohri M., (1995), Maximum sustained fin-kick thrust in underwater swimming

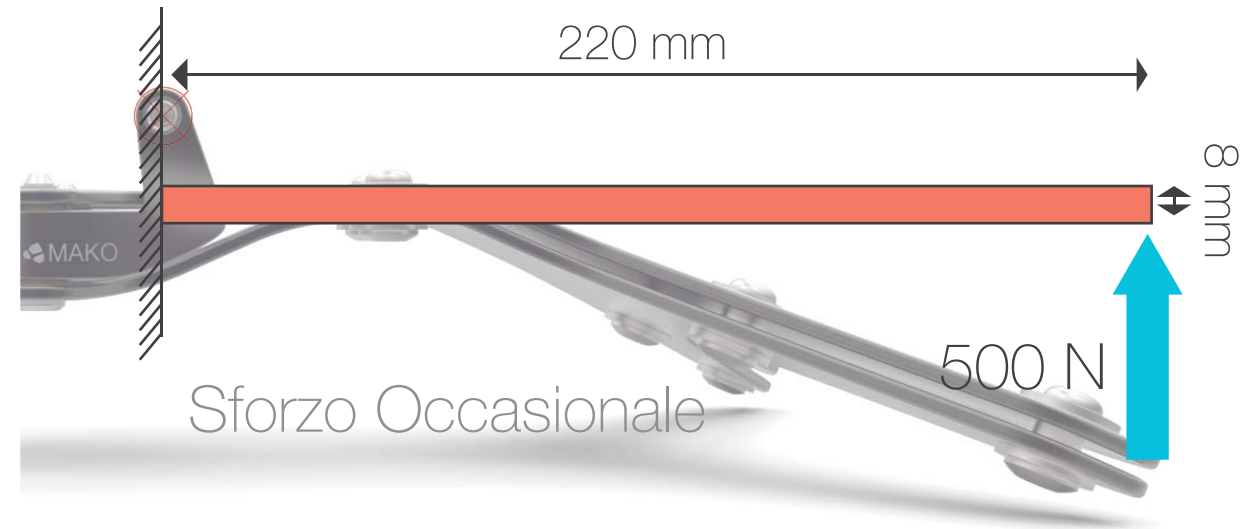


Fig.217

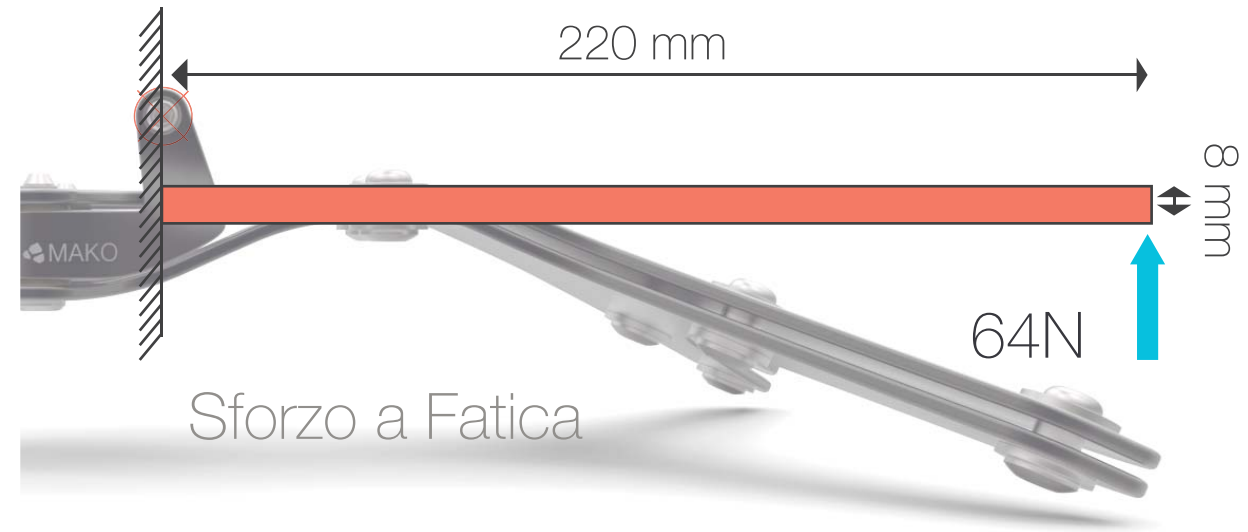


Fig.218

Fig.217: Schematizzazione del meccanismo sottoposto a carico occasionale di 500N, semplificato ad una trave incastrata

Fig.218: Schematizzazione del meccanismo sottoposto a carico a fatica di 64N, semplificato ad una trave incastrata

$$\sigma = \frac{6 \times F \times L}{w \times h^2}$$

Dati

$$\begin{aligned} F &= 500 \text{ N} \\ L &= 220 \text{ mm} \\ w &= 52 \text{ mm} \\ h &= 8 \text{ mm} \\ \sigma_{\max} &= 250 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\frac{6 \times 500 \text{ N} \times 220 \text{ mm}}{52 \text{ mm} \times (8 \text{ mm})^2}$$

$$\frac{6 \times 500 \text{ N} \times 220 \text{ mm}}{52 \text{ mm} \times 64 \text{ mm}^2}$$

$$\frac{660000 \text{ Nmm}}{3328 \text{ mm}^3}$$

$$\frac{660000 \text{ N}}{3328 \text{ mm}^2}$$

198.31 MPa

198.31 MPa < 250 Mpa

Calcolo dello Sforzo Occasionale

Questo primo Calcolo è stato effettuato per verificare il corretto dimensionamento dello spessore della lamiera. Come già detto, lo spessore da 8 mm deriva da una semplificazione, ossia una doppia lamiera da 4 mm.

Il caso considerato è quello in cui una persona di 100Kg si metta in piedi sul meccanismo, cosa che raramente potrebbe succedere. In questo caso il materiale del meccanismo, ossia l'alluminio 6061, non deve snervarsi ma resistere allo sforzo. In questo caso Abbiamo effettuato il calcolo e i risultati sono stati incoraggianti, ossia il meccanismo resiste allo sforzo con un margine del 20%, verificando quindi lo spessore ipotizzato.

Ricordiamo però che questa situazione è qualcosa di anomalo, perchè le pale delle mako sono progettate per facilitare l'ingresso in acqua e le pale dovrebbero essere inserite in acqua. Nel caso vengano inserite in barca, in quel caso bisognerebbe evitare di deambulare con il meccanismo attaccato, anche se potrebbe risultare un'operazione molto difficile. Ricordiamo inoltre che il prezzo delle pinne vuole aggirarsi intorno ai 400 euro, di conseguenza esiste un aspetto psicologico che, si suppone, prevenga ogni genere di uso improprio dell'oggetto.

Calcolo dello Sforzo a Fatica

Per quanto riguarda invece lo sforzo a fatica è stato provato che un atleta riesce a generare mediamente 64N ad ogni colpo di pinneggiata. Di conseguenza utilizzeremo questo dato per eseguire i calcoli di sforzo a fatica.

Per quanto riguarda lo sforzo a fatica, l'alluminio è spesso considerato un materiale che soffre in questa condizione. Normalmente, per quanto riguarda i materiali metallici, lo sforzo di snervamento a fatica corrisponde circa ad un terzo dello sforzo di snervamento, nel nostro caso questo valore corrisponde ad 83 MPa.

I calcoli hanno dimostrato che per la situazione di pinneggiata classica che imprime uno sforzo di circa 64N, lo sforzo generato si è di 25 MPa, quindi al di sotto dello sforzo di snervamento. Lo spessore di 4mm per due lamiere è di conseguenza idoneo alla funzione del meccanismo e verrà quindi utilizzato per il progetto.

$$\sigma = \frac{6 \times F \times L}{w \times h^2}$$

Dati

$$\begin{aligned} F &= 64 \text{ N} \\ L &= 220 \text{ mm} \\ w &= 52 \text{ mm} \\ h &= 8 \text{ mm} \\ \sigma_e &= 83 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\frac{6 \times 64 \text{ N} \times 220 \text{ mm}}{52 \text{ mm} \times (8 \text{ mm})^2}$$

$$\frac{6 \times 64 \text{ N} \times 220 \text{ mm}}{52 \text{ mm} \times 64 \text{ mm}^2}$$

$$\frac{84480 \text{ Nmm}}{3328 \text{ mm}^3}$$

$$\frac{84480 \text{ N}}{3328 \text{ mm}^2}$$

25,38 MPa

25,38 < 83 Mpa

Fig.n

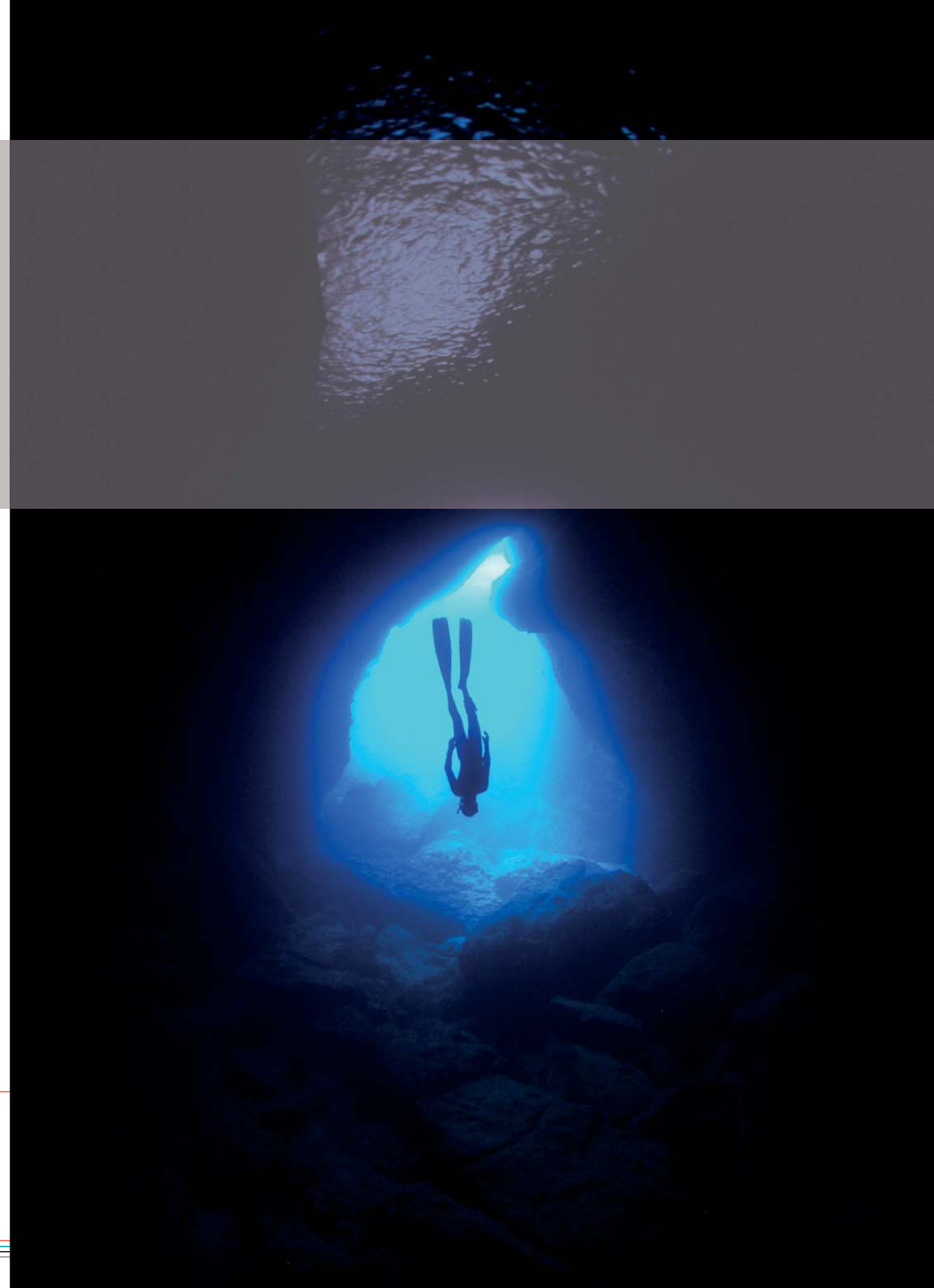
13

Conclusioni

Un progetto non è mai finito. Si potrebbe continuare a lavorarci su per anni senza mai raggiungere una conclusione, ma nel mondo reale esiste un momento in cui un progetto deve trovare una conclusione. Mi ritengo personalmente molto soddisfatto del livello di dettaglio raggiunto durante questo progetto, anche se molte idee che sono venute in corso d'opera o in dirittura di arrivo non hanno potuto ricevere lo spazio meritato. Se potessi continuare il progetto ancora qualche mese, sicuramente metterei mano all'attacco della pala, per esaminare la possibilità di renderlo eventualmente più forte ed elastico,

anche se in un primo momento non vi è stata la necessità. Alla fine però, credo di essere riuscito a rispondere esaurientemente alle problematiche poste nel brief: il problema dei dolori ha trovato un'ipotetica conclusione, come anche lo sgancio rapido delle pale. Quindi gli obiettivi principali sono stati raggiunti. Molte intuizioni però necessitano di una verifica fisica, con la realizzazione di un prototipo funzionante, che in pochi mesi di stesura della tesi non si ha il tempo di realizzare.

Fig.219: Riproposizione dell'immagine di copertina, a simboleggiare un ciclo che si chiude



14

Allegati

Fig.220: Come i pesci pilota e le remore, gli allegati seguono e accompagnano il pesce più grande



Risultati Questionario

| Timestamp | Sexo | Eta | Selezione il tipo di attivita che si effettua con le pinne | Selezione il tipo di pinne utilizzato | Quanto spesso pratica questa attivita? | Ha mai riscontrato fastidi legati alle pinne? | Questi fastidi sono assimilabili a quale tipologia? | In quale zona del corpo avvengono questi fastidi? | Cosa è stato fatto per ovviare a questi fastidi? | Utilizza i calzari insieme alle pinne | In quale momento le pinne le creano più problemi? |
|--------------------|-------|---------|--|--|---|---|---|--|---|---------------------------------------|--|
| 7/6/2013 18:17:22 | Donna | 25 - 35 | Allernamento in piscina | Pinne da allenamento | Poche volte l'anno | Spesso | Crampi muscolari | Caviglia | Ho appreso le tecniche di pinnaggiata. Con il tempo è sparito il fastidio | Sporadicamente | Al momento di metterle. Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 19:53:47 | Donna | 25 - 35 | Allernamento in piscina con altri occasionali | Pinne da snorkeling (pinne classiche) / Pinne da allenamento | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari | Polpacci, Collo del piede | Ho appreso le tecniche di pinnaggiata. Con il tempo è sparito il fastidio | Mai | Al momento di metterle |
| 7/17/2013 7:56:20 | Uomo | 35 - 45 | Altri usi occasionali | Pinne da snorkeling (pinne classiche) | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Sporadicamente | Abrasioni | Piante posteriore Collo del piede | Ho cambiato modello di pinne | Spesso | Al momento di metterle |
| 7/6/2013 7:20:38 | Uomo | 15 - 25 | Altri usi occasionali | snorkeling (pinne classiche) | Poche volte l'anno | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | Crampi muscolari | Polpacci, Stinco | niente | Mai | Al momento di metterle |
| 7/16/2013 22:59:27 | Donna | 15 - 25 | Altri usi occasionali | snorkeling (pinne classiche) | Poche volte l'anno | Non provo fastidi | Non provo fastidi | Piante posteriore della caviglia | Con il tempo è sparito il fastidio | Mai | Al momento di metterle |
| 7/11/2013 12:04:25 | Uomo | 15 - 25 | Altri usi occasionali | snorkeling (pinne classiche) | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Sporadicamente | Dolori articolari | Dita dei piedi, Lato del piede, Piante posteriore della caviglia | ho ridotto il tempo di uso delle pinne | Mai | Al momento di metterle. Durante l'utilizzo |
| 7/7/2013 20:14:18 | Donna | 15 - 25 | Altri usi occasionali | Pinne da snorkeling (pinne classiche) | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Spesso | Vesciche, Crampi muscolari, Dolori articolari | Lato del piede, Piante posteriore della caviglia | nessuno | Mai | Al momento di metterle. Durante l'utilizzo. Al momento di sfilarle |
| 7/16/2013 23:12:02 | Uomo | 15 - 25 | Altri usi occasionali | immersione a scarpetta aperta | Poche volte l'anno | Spesso | Abrasioni, Crampi muscolari | Lato del piede | Utilizzo di calzari | Spesso | Al momento di sfilarle |
| 7/6/2013 20:35:30 | Uomo | 15 - 25 | Altri usi occasionali | snorkeling (pinne classiche) | Poche volte l'anno | Solo durante i primi utilizzi | Abrasioni, Crampi muscolari | Lato dei piedi, Polpacci | Ho cambiato modello di pinne | Mai | Durante l'utilizzo |
| 7/21/2013 16:54:55 | Uomo | 15 - 25 | Altri usi occasionali | snorkeling (pinne classiche) | Poche volte l'anno | Spesso | Abrasioni | Polpacci | Utilizzo di calzari | Mai | Durante l'utilizzo |
| 7/7/2013 14:49:47 | Uomo | 25 - 35 | Altri usi occasionali | snorkeling (pinne classiche) | Poche volte l'anno | Solo durante i primi utilizzi | Abrasioni | Piante posteriore della caviglia | nulla | Mai | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 12:41:22 | Uomo | 15 - 25 | Altri usi occasionali | snorkeling (pinne classiche) | Più di un volta la settimana | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | Abrasioni | Polpacci | Con il tempo è sparito il fastidio | Mai | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 14:22:05 | Donna | 45 - 60 | Altri usi occasionali | snorkeling (pinne classiche) | Più di un volta la settimana | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | Non provo fastidi | gomito | Con il tempo è sparito il fastidio | Mai | Mai |
| 7/11/2013 9:00:39 | Donna | Over 70 | Altri usi occasionali | Monopinna | Poche volte l'anno | Non provo fastidi | Non provo fastidi | gomito | Con il tempo è sparito il fastidio | Sporadicamente | Trasporto |
| 7/19/2013 16:42:33 | Uomo | Over 70 | Altri usi occasionali | Pinne da allenamento | Poche volte l'anno | Sempre | Abrasioni | al pettore | Ho cambiato modello di pinne | Mai | Trasporto |
| 7/7/2013 21:05:54 | Uomo | 25 - 35 | Altri usi occasionali | snorkeling (pinne classiche) | Poche volte l'anno | Spesso | Dolori articolari | Lato del piede, Piante del piede | Utilizzo di calzari | Sporadicamente | Trasporto. Al momento di metterle |
| 7/11/2013 9:56:16 | Donna | 15 - 25 | Altri usi occasionali | Pinne da snorkeling (pinne classiche) | Poche volte l'anno | Sporadicamente | Crampi muscolari | Polpacci | Con il tempo è sparito il fastidio | Mai | Trasporto. Durante l'utilizzo |
| 7/19/2013 13:54:39 | Donna | 25 - 35 | Altri usi occasionali | snorkeling (pinne classiche) | Poche volte l'anno | Spesso | Abrasioni, Crampi muscolari | Piante posteriore della caviglia | Con il tempo è sparito il fastidio | Mai | Trasporto. Durante l'utilizzo |
| 7/16/2013 16:12:04 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Poche volte l'anno | Spesso | Dolori articolari | Dita dei piedi, Collo del piede | Con il tempo è sparito il fastidio | Mai | Al momento di metterle |

| Timestamp | Sexo | Eta | Selezione il tipo di attivita che si effettua con le pinne | Selezione il tipo di pinne utilizzato | Quanto spesso pratica questa attivita? | Ha mai riscontrato fastidi legati alle pinne? | Questi fastidi sono assimilabili a quale tipologia? | In quale zona del corpo avvengono questi fastidi? | Cosa è stato fatto per ovviare a questi fastidi? | Utilizza i calzari insieme alle pinne | In quale momento le pinne le creano più problemi? |
|--------------------|------|---------|--|---------------------------------------|---|---|---|--|---|---------------------------------------|---|
| 7/10/2013 19:56:01 | Uomo | 15 - 25 | Apnea sportiva | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Spesso | Abrasioni | Polpacci, Tallone | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Trasporto |
| 7/13/2013 18:40:44 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari, Dolori articolari | Dita dei piedi, Lato del piede, Caviglia, Polpacci | Ho appreso le tecniche di pinnaggiata. Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Al momento di metterle. Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 19:44:16 | Uomo | 45 - 60 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Dolori articolari | Dita dei piedi | Ho appreso le tecniche di pinnaggiata. Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Al momento di sfilarle |
| 7/7/2013 17:40:29 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari | Lato del piede, Caviglia | Utilizzo di calzari | Sempre | dopo lungo utilizzo |
| 7/10/2013 19:37:24 | Uomo | 15 - 25 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Sporadicamente | Crampi muscolari | Piante del piede, Piante posteriore della caviglia | Ho appreso le tecniche di pinnaggiata, Utilizzo di calzari | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 20:07:33 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari, Dolori articolari, slogatura caviglia | Piante posteriore della caviglia, Polpacci, Stinco | Ho provato molto ma nn risolvo | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 10:23:26 | Uomo | 15 - 25 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Spesso | Abrasioni | Lato del piede | Utilizzo di calzari | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 6:53:06 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari | Piante del piede | Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 1:16:50 | Uomo | 15 - 25 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Vesciche, Crampi muscolari | Piante del piede, Piante posteriore della caviglia | Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Mai |
| 7/10/2013 19:51:16 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Non provo fastidi | Non provo fastidi | Polpacci | Ho appreso le tecniche di pinnaggiata | Sempre | Mai |
| 7/11/2013 22:33:50 | Uomo | 15 - 25 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | snorkeling (pinne classiche) | Una volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Caviglia, quadrifidite | Ho appreso le tecniche di pinnaggiata | Mai | Mai |
| 7/12/2013 19:32:29 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Dolori articolari | Piante del piede, Ginocchio | Ho appreso le tecniche di pinnaggiata. Ho cambiato modello di pinne. Cambiato scarpetta | Sempre | Mai |
| 7/11/2013 10:49:10 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Abrasioni, Crampi muscolari | Dita dei piedi, Lato del piede | Ho cambiato modello di pinne | Spesso | Mai |
| 7/11/2013 14:13:02 | Uomo | 45 - 60 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | immersione a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari | Polpacci, Stinco | si sopporta | Sempre | Mai |
| 7/11/2013 10:49:22 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Dolori articolari | Caviglia | ritacco tempi di | Sempre | Mai |
| 7/11/2013 12:21:26 | Uomo | 15 - 25 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari | Lato del piede, Piante del piede | Ho appreso le tecniche di pinnaggiata. Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/12/2013 0:11:06 | Uomo | 15 - 25 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Abrasioni, Crampi muscolari | Lato del piede, Collo del piede | Ho appreso le tecniche di pinnaggiata. Utilizzo di calzari | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 22:42:41 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Abrasioni, Dolori articolari | Dita dei piedi, Lato del piede | Ho appreso le tecniche di pinnaggiata. Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Mai |

| Timestamp | Sesso | Età | Selezione il tipo di attività che si effettua con le pinne utilizzate | Selezione il tipo di pinne utilizzato | Quanto spesso pratica questa attività? | Ha mai riscontrato fastidi legati alle pinne? | Questi fastidi sono assimilabili a quelli tipologici? | In quale zona del corpo avvengono questi fastidi? | Cosa è stato fatto per ovviare a questi fastidi? | Utilizzo i calzari insieme alle pinne | In quale momento le pinne le creano più problemi? |
|--------------------|-------|---------|---|---|--|---|---|---|---|---------------------------------------|---|
| 7/10/2013 19:59:34 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari, Dolori articolari | Caviglia, Polpacci | Ho appreso le tecniche di pinneggiata, Utilizzo di calzari | Spesso | Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 22:21:02 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Monopinna | Più di un volta la settimana | Spesso | Abrasioni | Dita dei piedi | utilizzo sacchetti plastica | Sporadicamente | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 18:57:21 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari, Dolori articolari | Sinco, Collo del piede | Utilizzo di calzari | Sempre | Al momento di metterle, Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 11:02:26 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari, Dolori articolari | Pianta del piede, Polpacci, Sinco | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 21:11:03 | Uomo | 15 - 25 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | Non provo fastidi | Polpacci | Con il tempo è cambiato modello di pinne | Sempre | Mai |
| 7/11/2013 12:21:54 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa, snorkeling (pinne classiche) | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Abrasioni, Dolori articolari | Dita dei piedi, Polpacci | Utilizzo di calzari, spanto il fastidio | Spesso | Al momento di metterle |
| 7/10/2013 20:06:46 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa, snorkeling (pinne classiche), Pinne da allenamento | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Abrasioni, Crampi muscolari | Polpacci | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 11:53:47 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Abrasioni, Crampi muscolari | Parte posteriore della caviglia, Polpacci | Utilizzo di calzari, Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Al momento di metterle |
| 7/11/2013 22:15:14 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Vesciche | Lato del piede, Pianta del piede | Con il tempo è spanto il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 11:59:58 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa, snorkeling (pinne classiche), Pinne da allenamento | Più di un volta la settimana | Spesso | Abrasioni, Crampi muscolari | Parte del piede, Parte posteriore della caviglia | Ho appreso le tecniche di pinneggiata, Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 11:22:20 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Abrasioni | Parte posteriore della caviglia | Utilizzo di calzari | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 11:54:20 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Dolori articolari | Lato del piede, Pianta del piede | Con il tempo è spanto il fastidio | Sempre | Trasporto, Al momento di metterle |

| Timestamp | Sesso | Età | Selezione il tipo di attività che si effettua con le pinne | Selezione il tipo di pinne utilizzato | Quanto spesso pratica questa attività? | Ha mai riscontrato fastidi legati alle pinne? | Questi fastidi sono assimilabili a quelli tipologici? | In quale zona del corpo avvengono questi fastidi? | Cosa è stato fatto per ovviare a questi fastidi? | Utilizzo i calzari insieme alle pinne | In quale momento le pinne le creano più problemi? |
|--------------------|-------|---------|--|---|---|---|---|---|--|---------------------------------------|--|
| 7/10/2013 20:35:20 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari, Dolori articolari | Lato del piede, Pianta del piede | Utilizzo di calzari, Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Trasporto, Al momento di metterle |
| 7/13/2013 13:02:37 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa, Monopinna | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | crampi sottopiede | Pianta del piede | cambiato modello di scarpetta | Sempre | dipende se sono nuove |
| 7/12/2013 0:08:51 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa, Monopinna | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari | Lato del piede, Pianta del piede | tipo di scarpetta | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/13/2013 13:01:03 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa, allenamento, Monopinna | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | crampi sottopiede | Pianta del piede | cambiato modello di scarpetta | | |
| 7/6/2013 16:52:44 | Uomo | 15 - 25 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Spesso | Crampi muscolari | Pianta del piede, Polpacci | Con il tempo è spanto il fastidio | Mai | Durante l'utilizzo |
| 7/12/2013 6:56:20 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Polpacci | Ho appreso le tecniche di pinneggiata | Sempre | Al momento di metterle |
| 7/10/2013 20:24:42 | Uomo | 15 - 25 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta aperta | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Abrasioni | Caviglia | Ho appreso le tecniche di pinneggiata | Mai | Al momento di metterle |
| 7/11/2013 11:54:34 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari | Caviglia | Ho appreso le tecniche di pinneggiata, Con il tempo è spanto il fastidio | Sempre | Al momento di metterle |
| 7/11/2013 10:16:56 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari | Caviglia, Pianta del piede, Polpacci | me il tempo | Sempre | Al momento di metterle |
| 7/11/2013 8:46:53 | Uomo | 45 - 60 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da immersione a scarpetta aperta | Più di un volta la settimana | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | Non provo fastidi | | | Sempre | Al momento di metterle |
| 7/11/2013 8:46:52 | Uomo | 45 - 60 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da immersione a scarpetta aperta | Più di un volta la settimana | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | Non provo fastidi | | | Sempre | Al momento di metterle |
| 7/11/2013 15:01:41 | Uomo | 35 - 45 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da apnea a scarpetta chiusa, immersione a scarpetta chiusa, immersione a scarpetta aperta | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari non si adattano alla forma del piede | Polpacci | Con il tempo è spanto il fastidio | Sempre | Al momento di metterle, Al momento di metterle, Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 17:16:14 | Uomo | 15 - 25 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari non si adattano alla forma del piede | Polpacci | Con il tempo è spanto il fastidio | Sempre | Al momento di metterle, Al momento di metterle, Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 20:02:27 | Donna | 15 - 25 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | | Sinco | Utilizzo di calzari | Spesso | Al momento di metterle, Al momento di metterle, Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 7:08:05 | Uomo | 25 - 35 | Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna), Apnea sportiva, Pesca subacquea, Nuoto, Allenamento in piscina, Nuoto sportivo (monopinna) | Pinne da immersione a scarpetta aperta | Una volta la settimana | Spesso | Dolori articolari | collo del piede | Ho appreso le tecniche di pinneggiata, Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Al momento di metterle, Al momento di metterle, Durante l'utilizzo |

| Timestamp | Sexo | Età | Selezione il tipo di attività che si effettua con le pinne | Selezione il tipo di pinne utilizzato | Quanto spesso pratica questa attività? | Ha mai riscontrato fastidi alle pinne? | Questi fastidi sono asintomatici a quale tipologia? | In quale zona del corpo avvengono questi fastidi? | Cosa è stato fatto per ovviare a questi fastidi? | Utilizzi i calzari insieme alle pinne | In quale momento del giorno sono più problematici? |
|--------------------|------|---------|--|--|---|--|---|---|--|---------------------------------------|---|
| 7/11/2013 13:00:46 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Abrasioni, Vesicche | Dita dei piedi, Lato polpacci | Utilizzo di calzari con l'uso filastido e spartito | Sempre | Al momento di metterle. Durante l'utilizzo. Al momento di sfilare |
| 7/10/2013 21:59 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte l'anno | Solo durante i primi utilizzi | Abrasioni | Lato del piede | Utilizzo di calzari con l'uso filastido e spartito | Sempre | Al momento di sfilare |
| 7/10/2013 19:46:34 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Sporadicamente | Vesicche, Dolori articolari | Lato del piede, Caviglia | Utilizzo di calzari | Sempre | Al momento di sfilare |
| 7/13/2013 14:03:35 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta aperta | | Sporadicamente | Indolenzimento tendini | Lato del piede, Stinco | Utilizzo di calzari | Spesso | Al momento di sfilare |
| 7/11/2013 07:24:05 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Dita dei piedi | strirato i piede tenendo la prima con le mani | Sporadicamente | Al momento di sfilare |
| 7/11/2013 22:26:05 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Sporadicamente | Crampi muscolari | Polpacci, Collo del piede | di convivio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 9:54:55 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Caviglia, Polpacci | Ho appreso le tecniche di spartito il fastidio è sparito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 11:54:41 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Planta del piede | Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 17:59:59 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Dita dei piedi | Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/12/2013 0:38:14 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Planta del piede | Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 7:48:43 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari | Lato del piede, Parte posteriore della caviglia, Polpacci | Ho appreso le tecniche di spartito il fastidio è sparito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 21:02:03 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Non provo fastidi | Polpacci | Ho appreso le tecniche di spartito il fastidio è sparito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 19:41:29 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta aperta | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Polpacci | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 20:01:34 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Dolore articolari | Lato del piede | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 0:54:42 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari | Dita dei piedi, Polpacci | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 8:16:49 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari, Dolori articolari | Caviglia, Polpacci | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 12:13:01 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari | Polpacci | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 14:15:47 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Sporadicamente | Dolore articolari | Planta del piede, Caviglia, Collo del piede | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 22:47:17 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Dolore articolari | Lato del piede | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |

| Timestamp | Sexo | Età | Selezione il tipo di attività che si effettua con le pinne | Selezione il tipo di pinne utilizzato | Quanto spesso pratica questa attività? | Ha mai riscontrato fastidi alle pinne? | Questi fastidi sono asintomatici a quale tipologia? | In quale zona del corpo avvengono questi fastidi? | Cosa è stato fatto per ovviare a questi fastidi? | Utilizzi i calzari insieme alle pinne | In quale momento del giorno sono più problematici? |
|--------------------|------|---------|--|--|--|---|---|--|--|---------------------------------------|--|
| 7/11/2013 19:45:03 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Spesso | dopo un pò di tempo mi sento stringere il collo del piede | Collo del piede | Ho cambiato modello di pinne, provò meno fastidio se utilizzo sempre le stesse pinne ai piedi cioè pinne Dv e Sv | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 15:42:03 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Spesso | Crampi muscolari, Dolore articolari | Malleoli, Polpacci | niente | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 12:17:33 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sempre | Vesicche, Crampi muscolari | Dita dei piedi, Parte posteriore della caviglia | utilizzo cerotto telaio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 2:01:21 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Sempre | Dolore articolari | Parte posteriore della caviglia, Parte posteriore tallone di achille | Utilizzo di calzari | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 10:16:25 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta aperta | Una volta la settimana | Sporadicamente | Vesicche | Lato del piede | Utilizzo di calzari | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 14:45:02 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Spesso | Dolore articolari | Lato del piede | Utilizzo di calzari | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 16:30:09 | Uomo | 60 - 70 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Sporadicamente | Dolore articolari | Collo del piede | Utilizzo di calzari | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/16/2013 14:10:32 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Abrasioni, Crampi muscolari | Caviglia, Polpacci, Collo del piede | Utilizzo di calzari, modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 0:41:43 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Sporadicamente | Dolore articolari | Planta del piede | Ho appreso le tecniche di spartito il fastidio è sparito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 19:44:36 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Polpacci | Ho appreso le tecniche di spartito il fastidio è sparito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 19:40:40 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari | Polpacci | Nulla, aspetto che sparito il fastidio è sparito il fastidio | Sempre | In caso di pinneggata molto veloce |
| 7/11/2013 10:45:41 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Dolore articolari, crampi | Planta del piede, Caviglia | Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Mai |
| 7/12/2013 10:29:06 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Solo durante i primi utilizzi | Dolore articolari | Caviglia | Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Mai |
| 7/15/2013 23:22:10 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari | Dita dei piedi | Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Mai |
| 7/10/2013 20:45:57 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Dolore articolari | Planta del piede | Ho appreso le tecniche di spartito il fastidio è sparito il fastidio | Mai | Mai |
| 7/11/2013 11:44:46 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | Non provo fastidi | | Ho appreso le tecniche di spartito il fastidio è sparito il fastidio | Sempre | Mai |
| 7/10/2013 20:26:22 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari | Caviglia, Polpacci | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Mai |
| 7/10/2013 21:18:05 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari | Stinco | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Mai |
| 7/10/2013 19:52:11 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Abrasioni | Parte posteriore della caviglia | Utilizzo di calzari | Sempre | Mai |
| 7/10/2013 20:15:08 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Dolore articolari | Dita dei piedi | Utilizzo di calzari | Sempre | Mai |
| 7/10/2013 20:52:30 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Dolore articolari | Polpacci | Utilizzo di calzari | Sempre | Mai |
| 7/11/2013 11:52:44 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Abrasioni | Dita dei piedi, collo del piede | Utilizzo di calzari rinforzo sul collo del piede | Sempre | Mai |
| 7/10/2013 30:46:37 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Non provo fastidi | Caviglia | | Sempre | Mai |

| Timestamp | Sesso | Età | Selezione il tipo di attività che si effettua con le pinne | Selezione il tipo di pinna utilizzato | Quanto spesso pratica questa attività? | Ha mai riscontrato fastidi legati alle pinne? | Questi fastidi sono assimilabili a quale tipologia? | In quale zona del corpo avvengono questi fastidi? | Cosa è stato fatto per ovviare a questi fastidi? | Utilizzi i calzari insieme alle pinne | In quale momento le pinne le creano più problemi? |
|--------------------|-------|---------|--|---------------------------------------|---|---|---|---|--|---------------------------------------|---|
| 7/10/2013 20:48:31 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Poco volte al mese | Sporadicamente | Non provo fastidi | | | Sempre | Mai |
| 7/11/2013 14:48:58 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | | | | Sempre | Mai |
| 7/11/2013 15:07:15 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Non provo fastidi con le pinne | | | stretching alla comparsa del crampo | Sempre | Mai poche volte in tratti di superficie lunghi |
| 7/12/2013 23:03:47 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Pianta dei piedi | abituito | Sempre | Trasporto |
| 7/10/2013 19:27:57 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Caviglia, Sinco | Con il tempo è spantito il fastidio | Sempre | Trasporto |
| 7/10/2013 21:47:40 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Dolori articolari | dorso del piede | Con il tempo è spantito il fastidio | Sempre | Trasporto |
| 7/11/2013 14:00:41 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Polpacci | Con il tempo è spantito il fastidio | Sempre | Trasporto |
| 7/11/2013 15:40:24 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Dolori articolari | Caviglia, Collo del piede | Con il tempo è spantito il fastidio | Sempre | Trasporto |
| 7/11/2013 16:05:30 | Uomo | 60 - 70 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari | Polpacci | Con il tempo è spantito il fastidio | Sempre | Trasporto |
| 7/11/2013 05:20:24 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta aperta | Più di un volta la settimana | Spesso | Abrasioni, Crampi muscolari | Caviglia, Parte posteriore della caviglia, Polpacci | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Trasporto |
| 7/10/2013 19:35:51 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Dolori articolari | Polpacci | mi sono abituato dopo 2-3 uscite | Spesso | Trasporto |
| 7/10/2013 19:47:09 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Abrasioni, Crampi muscolari, Dolori articolari | Dita dei piedi, Parte posteriore della caviglia, Polpacci | Utilizzo di calzari | Sempre | Trasporto |
| 7/11/2013 16:05:09 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Abrasioni | Parte posteriore della caviglia | Utilizzo di calzari, allungamento muscolare x i crampi | Sempre | Trasporto |
| 7/12/2013 08:45:48 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Spesso | Dolori articolari | monta del piede | Utilizzo di calzari, allungamento muscolare x i crampi | Sempre | Trasporto |
| 7/10/2013 21:25:28 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Collo del piede | Utilizzo di calzari, Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Trasporto, Al momento di affilare |
| 7/11/2013 11:57:38 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Spesso | Dolori articolari | Lato del piede, Caviglia, Polpacci | Ho appreso le tecniche di stretching. Tiro la pinna verso l'alto | Sempre | Trasporto, ingombro |

| Timestamp | Sesso | Età | Selezione il tipo di attività che si effettua con le pinne | Selezione il tipo di pinna utilizzato | Quanto spesso pratica questa attività? | Ha mai riscontrato fastidi legati alle pinne? | Questi fastidi sono assimilabili a quale tipologia? | In quale zona del corpo avvengono questi fastidi? | Cosa è stato fatto per ovviare a questi fastidi? | Utilizzi i calzari insieme alle pinne | In quale momento le pinne le creano più problemi? |
|--------------------|-------|---------|--|---|---|---|---|---|--|---------------------------------------|--|
| 7/10/2013 20:07:15 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari, Dolori articolari, affaticamento con le pale in tecnopolimero | Polpacci | Ho appreso le tecniche di stretching, pinneggiate, Utilizzo di calzari | Sempre | Versa la fine della battuta di pesca, complice anche l'affaticamento |
| 7/10/2013 20:46:34 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da snorkeling (pinne classiche) | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | Dolori articolari, non provato fastidi alla forma del piede | Sinco | Ho appreso le tecniche di pinneggiate | Mai | |
| 7/10/2013 20:01:45 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Abrasioni, Crampi muscolari | collo alto | | | |
| 7/11/2013 8:14:27 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Micropinna a scarpetta chiusa, Pinne da immersione a scarpetta aperta | Più di un volta la settimana | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | | | | Sempre | |
| 7/11/2013 14:26:05 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta aperta | Più di un volta la settimana | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | | | | Sempre | |
| 7/12/2013 21:36:24 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Non provo fastidi con le pinne | | | | | |
| 7/11/2013 12:25:09 | | 35 - 45 | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Abrasioni | Dita dei piedi, Parte posteriore della caviglia | Utilizzo di calzari, Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Al momento di metterle |
| 7/11/2013 12:09:20 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Polpacci | Le togo è mi riposo | Sporadicamente | Dopo 3-4ore |
| 7/11/2013 13:46:11 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Pianta del piede | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | durante l'uso |
| 7/11/2013 20:25:24 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Polpacci, Collo del piede | Ho appreso le tecniche di stretching, Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 23:52:07 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Abrasioni, Crampi muscolari | Parte posteriore della caviglia, Polpacci | Ho appreso le tecniche di stretching, Utilizzo di calzari | Spesso | Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 19:54:54 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Dolori articolari | Lato del piede, Caviglia | Con il tempo è spantito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 21:41:57 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Solo durante i primi utilizzi | Non provo fastidi | Caviglia | Ho cambiato modello di pinne | Sporadicamente | Mai |
| 7/10/2013 20:55:22 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Vesiche | Parte posteriore della caviglia | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Mai |
| 7/11/2013 10:17:55 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Non provo fastidi | Parte posteriore della caviglia | Utilizzo di calzari | Sempre | Mai |
| 7/11/2013 11:57:26 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Vesiche, Crampi muscolari | Parte posteriore della caviglia, Polpacci | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Trasporto, Al momento di metterle |
| 7/12/2013 8:34:43 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta aperta | Più di un volta la settimana | Spesso | Abrasioni, Vesiche | Parte posteriore della caviglia, Sinco | Ho appreso le tecniche di pinneggiate, Con il tempo è spantito il fastidio | Sempre | Al momento di metterle |
| 7/11/2013 19:50:59 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea, Altri usi occasionali | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | Crampi muscolari | Dita dei piedi | | Sempre | Al momento di metterle |
| 7/10/2013 21:44:57 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Scuba diving | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | Non provo fastidi | | | Sempre | Al momento di metterle |

| Timestamp | Sesso | Età | Selezione il tipo di attività che si effettua con le pinne | Selezione il tipo di pinne utilizzato | Quanto spesso pratica questa attività? | Ha mai riscontrato fastidi legati alle pinne? | Questi fastidi sono assimilabili a quale tipologia? | In quale zona del corpo avvengono questi fastidi? | Cosa è stato fatto per ovviare a questi fastidi? | Utilizza i calzari insieme alle pinne | In quale momento le pinne le creano più problemi? |
|--------------------|-------|---------|--|--|---|---|---|--|---|---------------------------------------|---|
| 7/10/2013 20:56:49 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea, Pesca diving | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Spesso | Crampi muscolari, Dolori articolari | Il collo dei piedi | Utilizzo di calzari | Sempre | Al momento di affilare. Durante l'utilizzo, dopo 2-3 ore di uso |
| 7/11/2013 15:25:14 | Uomo | 35 - 45 | Scuba diving | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Spesso | Dolore al metatarso senza i calzari | Lato dei piedi | Utilizzo di calzari | Sempre | |
| 7/11/2013 10:33:33 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea, Pesca diving | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Crampi articolari | Parte posteriore della caviglia | Ho cambiato modello di pinne | Sporadicamente | Mai |
| 7/10/2013 20:56:17 | Uomo | 15 - 25 | Scuba diving | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Spesso | Crampi muscolari, Dolori articolari | Il collo dei piedi | | | |
| 7/12/2013 11:33:29 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea, Scuba diving, Allenamento in piscina | Pinne da immersione a scarpetta aperta, Pinne da allenamento | Una volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari, Dolori articolari | Planta dei piedi, Caviglia, Polpacci, Collo dei piedi | Ho appreso le tecniche di pinne, pinneggiate, Utilizzo di calzari | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 19:40:05 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Snorkeling | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | | | | | | |
| 7/10/2013 19:57:55 | Uomo | 15 - 25 | Scuba diving, Snorkeling | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Spesso | Dolore articolari | Planta dei piedi | Ho appreso le tecniche di pinneggiate, Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Al momento di metterle |
| 7/10/2013 23:26:18 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea, Snorkeling | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Sporadicamente | Crampi muscolari | Planta dei piedi, Polpacci | spero si ammorbidisca la scarpetta in polistirolo, mettere in alto | Sempre | Al momento di metterle |
| 7/11/2013 13:45:48 | Uomo | 60 - 70 | Pesca subacquea, Snorkeling | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Spesso | fastidio al calcagno | Parte posteriore della caviglia, Lato dei piedi, Lato dei piedi, Malleoli, Parte posteriore della caviglia | utilizzo dei calzari | Mai | Al momento di metterle. Durante l'utilizzo |
| 7/6/2013 7:18:00 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea, Snorkeling | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Spesso | Abrasioni, Crampi muscolari | Parte posteriore della caviglia | | Sporadicamente | Al momento di metterle. Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 16:29:44 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea, Snorkeling | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari | Dita dei piedi, Polpacci | Ho appreso le tecniche di pinneggiate | Spesso | Al momento di apnea con i calzari, le altre no |
| 7/16/2013 15:41:21 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Snorkeling | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari, Dolori articolari | Caviglia, Polpacci | Ho appreso le tecniche di pinneggiate | Mai | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 11:52:03 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Snorkeling | Pinne da immersione a scarpetta aperta | Una volta al mese | Solo durante i primi utilizzi | Vesciche | Dita dei piedi | Utilizzo di calzari | Sempre | Trasporto |
| 7/10/2013 21:38:16 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Snorkeling, Allenamento in piscina | Pinne da immersione a scarpetta aperta | Poche volte al mese | Spesso | Abrasioni, Crampi muscolari | Parte posteriore della caviglia, Malleoli, Parte posteriore della caviglia, Collo del piede | Utilizzo di calzari | Spesso | Trasporto, Al momento di affilare |
| 7/11/2013 21:38:56 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Solo durante i primi utilizzi | Abrasioni, Vesciche | Dita dei piedi, Polpacci | Utilizzo di calzari | Sempre | Trasporto, Al momento di affilare |
| 7/11/2013 21:01:26 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Crampi muscolari | Lato dei piedi, Polpacci | | | Al momento di metterle. Durante l'utilizzo |
| 7/10/2013 23:14:23 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Snorkeling, Altri usi occasionali | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte l'anno | Spesso | Vesciche, Dolore al dorso del piede | Dita dei piedi, Malleoli, Parte posteriore della caviglia, Collo del piede | Utilizzo di calzari, spartito il fastidio | Mai | Al momento di metterle. Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 13:38:16 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea, Snorkeling, Altri usi occasionali | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari | Stirno | Ho appreso le tecniche di pinneggiate | Sempre | Durante l'utilizzo |

| Timestamp | Sesso | Età | Selezione il tipo di attività che si effettua con le pinne | Selezione il tipo di pinne utilizzato | Quanto spesso pratica questa attività? | Ha mai riscontrato fastidi legati alle pinne? | Questi fastidi sono assimilabili a quale tipologia? | In quale zona del corpo avvengono questi fastidi? | Cosa è stato fatto per ovviare a questi fastidi? | Utilizza i calzari insieme alle pinne | In quale momento le pinne le creano più problemi? |
|--------------------|-------|---------|--|--|---|---|---|---|---|---------------------------------------|---|
| 7/6/2013 18:19:05 | Donna | 15 - 25 | Scuba diving, Snorkeling, Altri usi occasionali | Pinne da immersione a scarpetta aperta | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Spesso | Vesciche | Lato dei piedi, Parte posteriore della caviglia | Ho appreso le tecniche di pinneggiate | Mai | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 19:26:41 | Donna | 15 - 25 | Snorkeling | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte l'anno | Spesso | Vesciche, Crampi muscolari | Parte posteriore della caviglia, Polpacci | Con il tempo è sparito il fastidio | Mai | Al momento di metterle |
| 7/7/2013 14:52:57 | Donna | 15 - 25 | Snorkeling | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Solo durante i primi utilizzi | Abrasioni | Parte posteriore della caviglia | Ho appreso le tecniche di pinneggiate, dopo molti utilizzi la parte che calza intorno al piede si è ammorbidita | Mai | Al momento di metterle |
| 7/24/2013 19:00:28 | Uomo | 15 - 25 | Snorkeling | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Spesso | Dolore articolari | Dita dei piedi, Polpacci | Con il tempo è sparito il fastidio | Mai | Al momento di metterle. Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 13:38:18 | Donna | 25 - 35 | Snorkeling | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte l'anno | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | Non provo fastidi | | | Mai | Al momento di affilare |
| 7/11/2013 15:30:18 | Uomo | 15 - 25 | Snorkeling | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte l'anno | Sporadicamente | Abrasioni | Collo del piede | | Mai | Al momento di affilare |
| 7/10/2013 22:11:28 | Uomo | 25 - 35 | Snorkeling | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte l'anno | Sporadicamente | Fastidio durante l'utilizzo | Parte posteriore della caviglia, Dorso del piede | Ho cambiato modello di pinne | Mai | Durante l'utilizzo |
| 7/11/2013 8:27:09 | Donna | 25 - 35 | Snorkeling | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte l'anno | Spesso | Abrasioni, Crampi muscolari | Parte posteriore della caviglia | Ho cambiato modello di pinne | Mai | Durante l'utilizzo |
| 7/6/2013 17:27:05 | Donna | 15 - 25 | Snorkeling | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte l'anno | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | Non provo fastidi | | | Mai | Mai |
| 7/6/2013 7:42:13 | Donna | 15 - 25 | Snorkeling | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte l'anno | Solo durante i primi utilizzi | Abrasioni, Crampi muscolari | Malleoli | Ho cambiato modello di pinne | Mai | Trasporto, Al momento di metterle |
| 7/24/2013 18:51:16 | Donna | 15 - 25 | Snorkeling, Altri usi occasionali | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Sporadicamente | Abrasioni, Crampi muscolari | Lato del piede, Parte posteriore della caviglia, Caviglia, Polpacci | Con il tempo è sparito il fastidio | Mai | Al momento di metterle |
| 7/7/2013 15:02:57 | Donna | 15 - 25 | Snorkeling, Altri usi occasionali | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Sporadicamente | Abrasioni, Crampi muscolari | Caviglia | Ho cambiato modello di pinne | Mai | Durante l'utilizzo, dopo l'utilizzo |
| 8/7/2013 16:20:37 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea, Altri usi occasionali | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sempre | Abrasioni, Dolori articolari | Dita dei piedi, Lato del piede, Collo del piede | Utilizzo di calzari | Spesso | Durante l'utilizzo |
| 8/9/2013 3:35:20 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Sporadicamente | Abrasioni, Dolori articolari, addormentamenti | Dita dei piedi | niente | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 8/12/2013 13:31:39 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Sporadicamente | Dolore articolari | Collo del piede | Utilizzo di calzari | Sempre | Al momento di metterle |
| 8/17/2013 10:58:50 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta aperta | Poche volte al mese | Spesso | Abrasioni, Crampi muscolari | Collo del piede, Parte posteriore della caviglia, Polpacci | Utilizzo di calzari | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 8/17/2013 11:59:51 | Uomo | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Dolore articolari | Polpacci | Utilizzo di calzari | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 8/17/2013 12:12:43 | Uomo | 45 - 60 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Sporadicamente | Dolore articolari | Caviglia | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Mai |
| 8/19/2013 15:22:25 | Donna | 15 - 25 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Dolore articolari | Dita dei piedi, Lato del piede | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 8/24/2013 11:01:10 | Uomo | 35 - 45 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Spesso | Dolore articolari | Dita dei piedi, Lato del piede | Utilizzo di calzari | Sporadicamente | Durante l'utilizzo |
| 8/30/2013 0:32:45 | Uomo | 25 - 35 | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Spesso | Dolore articolari | Caviglia | Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |

| Timestamp | Sex | Age | Età | Selezionare il tipo di attività che si effettua con le pinne | Selezionare il tipo di pinne utilizzato | Quanto spesso pratica questa attività? (es. estate) | Ha mai riscontrato fastidi legati alle pinne? | Questi fastidi sono assimilabili a quelle tipogate? | In quale zona del corpo avvergono questi fastidi? | Cosa è stato fatto per ovviare a questi fastidi? | Utilizza i calzari insieme alle pinne | In quale momento le pinne le creano più problemi? |
|---------------------|------|---------|-----|--|---|---|---|---|---|--|---------------------------------------|---|
| 9/3/2013 15:53:54 | Uomo | 15 - 25 | | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Spesso | Senso di costrizione | Tutto il piede | calzari più sottili | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 9/22/2013 6:59:47 | Uomo | 15 - 25 | | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Poche volte l'anno | Sempre | Dolori articolari | Lato del piede | non ancora risolvo | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 9/30/2013 19:27:54 | Uomo | 25 - 35 | | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sempre | Dolori articolari | Lato del piede | non ancora risolvo | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 10/13/2013 9:03:21 | Uomo | 35 - 45 | | Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Solo durante i primi utilizzi | Non provo fastidi | Caviglia | Con il tempo è sparito il fastidio diminuendo la forza nella pinne | Sempre | Trasporto, Al momento di metterle |
| 10/16/2013 15:54:59 | Uomo | 45 - 60 | | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Dolori articolari | Caviglia | nella pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 10/18/2013 17:41:35 | Uomo | 35 - 45 | | Pesca subacquea, Snorkeling | Pinne da snorkeling (pinne classiche) | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Sporadicamente | Vesciche, Dolori articolari | Dita dei piedi, Caviglia | Utilizzo di calzari, uso di meno un paio di pinne | Spesso | Mai |
| 10/21/2013 12:21:15 | Uomo | 35 - 45 | | Pesca subacquea | Pinne da immersione a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Pianta del piede | Con il tempo è sparito il fastidio | Sporadicamente | Al momento di stiarne |
| 10/24/2013 19:31:05 | Uomo | 35 - 45 | | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) e in certi periodi dell'anno (es. estate) | Sporadicamente | Crampi muscolari | Polpacci | Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 10/26/2013 12:20:04 | Uomo | 35 - 45 | | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Spesso | Abrasioni, Vesciche | Dita dei piedi | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 10/27/2013 22:53:14 | Uomo | 35 - 45 | | Apnea sportiva, Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Poche volte l'anno | Solo durante i primi utilizzi | Abrasioni, Dolori articolari | Parte posteriore della caviglia, Sincro | Con il tempo è sparito il fastidio | Spesso | Trasporto |
| 11/5/2013 14:23:43 | Uomo | 35 - 45 | | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Sporadicamente | Crampi muscolari | Lato del piede | Utilizzo di calzari | Sempre | Trasporto |
| 11/7/2013 20:32:23 | Uomo | 45 - 60 | | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Poche volte al mese | Spesso | Crampi muscolari | Lato del piede, Pianta del piede | Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Durante l'utilizzo |
| 11/22/2013 19:30:44 | Uomo | 25 - 35 | | Pesca subacquea, Apnea sportiva | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Solamente in certi periodi dell'anno (es. estate) | Sporadicamente | Dolori articolari | Dita dei piedi | Con il tempo è sparito il fastidio | Sempre | Al momento di metterle |
| 11/20/2013 17:46:41 | Uomo | 15 - 25 | | Pesca subacquea, Allenamento in piscina | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Più di un volta la settimana | Spesso | Crampi muscolari | Pianta del piede | Ho cambiato stretching | Sempre | Trasporto |
| 11/22/2013 22:07:28 | Uomo | 25 - 35 | | Pesca subacquea | Pinne da apnea a scarpetta chiusa | Una volta la settimana | Spesso | Dolori articolari | Polpacci, Sincro | Ho cambiato modello di pinne | Sempre | Durante l'utilizzo |

| Timestamp | Sex | Age | How often do you practice this activity? | Did you ever feel pain with your fins? | This pain is reliable to which of the following types? | Which part of your body hurts while using swimming fin | What have you done to get rid of this pain? | Do you ever use diving boots? | In which moment of their use swimmers give you more problems? |
|--------------------|-----|---------|---|---|--|--|---|-------------------------------|---|
| 7/10/2013 20:02:29 | Man | 45 - 60 | Once per week | Only the first times I used them | I don't feel any kind of pain using swimming fins | | I learned how to swim correctly with fins | Never | Transport |
| 7/10/2013 20:07:31 | Man | 25 - 35 | More than once per week | Sometimes | Muscle Cramps | Shin/knee | I learned how to swim correctly with fins | Never | Putting them on |
| 7/10/2013 20:25:15 | Man | 15 - 25 | Once per month | Often | Joint pain | Ankle | I haven't changed model of fins | Never | While using |
| 7/10/2013 21:08:41 | Man | 35 - 45 | Sometimes per month | Often | Abrasions, Muscle Cramps | Side of the foot, Ankle | I learned how to swim correctly with fins | Never | While using |
| 7/10/2013 21:16:27 | Man | 25 - 35 | Sometimes per month | Only the first times I used them | I don't feel any kind of pain using swimming fins | | | Never | Never |
| 7/10/2013 21:26:33 | Man | 25 - 35 | More than once per week | Sometimes | Abrasions, Blisters, Muscle Cramps | Toes, Ankle | Nada | Never | Transport |
| 7/10/2013 21:59:43 | Man | 25 - 35 | More than once per week | Often | Abrasions, Blisters ankle | Toes, Side of the foot, Back of the foot | still have the pains | Sometimes | While using |
| 7/10/2013 21:55:55 | Man | 25 - 35 | Once per week | Sometimes | Muscle Cramps | Calves | Magnesium pills | Never | While using |
| 7/10/2013 22:12:05 | Man | 25 - 35 | More than once per week | Often | Abrasions, Joint points of bone | Toes, Ankle | I changed model of fins | Never | While using |
| 7/10/2013 23:55:17 | Man | 25 - 35 | Sometimes per month | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | I don't feel any kind of pain using swimming fins | | I use shoes with my fins | Always | Never |
| 7/10/2013 23:57:57 | Man | 45 - 60 | Only in some specific period of the year (ex. summer) | Sometimes | Muscle Cramps | Calves | I learned how to swim correctly with fins | Often | While using |
| 7/11/2013 0:35:40 | Man | 25 - 35 | Only in some specific period of the year (ex. summer) | Only the first times I used them | Blisters | Ankle | I learned how to swim correctly with fins | Never | Taking them of |
| 7/11/2013 2:06:14 | Man | 25 - 35 | More than once per week | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | I don't feel any kind of pain using swimming fins | Back of the ankle | I changed model of fins | Always | Transport |
| 7/11/2013 2:21:17 | Man | 15 - 25 | More than once per week | Sometimes | Blisters, Muscle Cramps, Joint pain | Toes, knees | nothing, toes downwards while finning, try not to relax my feet | Sometimes | While using |
| 7/11/2013 3:00:27 | Man | 25 - 35 | More than once per week | Often | Muscle Cramps | Ankle | I learned how to swim correctly with fins | Never | Transport |
| 7/11/2013 3:37:45 | Man | 35 - 45 | Only in some specific period of the year (ex. summer) | Only the first times I used them | Muscle Cramps | Calves | I learned how to swim correctly with fins | Always | Putting them on |
| 7/11/2013 3:40:16 | Man | 35 - 45 | Only in some specific period of the year (ex. summer) | Only the first times I used them | Muscle Cramps | Malleolus | I learned how to swim correctly with fins | Never | While using |
| 7/11/2013 6:38:25 | Man | 25 - 35 | Sometimes per month | Sometimes | Blisters | Back of the ankle | I changed model of fins | Often | While using |
| 7/11/2013 6:43:10 | Man | 60 - 70 | Once per month | Sometimes | Abrasions, Blisters | Side of the foot | I changed model of fins | Always | Never |
| 7/11/2013 8:11:06 | Man | 45 - 60 | Sometimes per month | Only the first times I used them | Abrasions, Blisters | Back of the ankle | wore wet suit socks | Never | While using |

| Timestamp | Sex | Age | Select the activity you do with your fins | Select the type of fin you normally use | How often do you practice this activity? | Did you ever feel pain with your fins? | The pain is related to which of the following types? | Which part of your body hurts while using swimming fin | What have you done to get rid of this pain? | Do you ever use diving boots? | In which moment of their use swimming fins give you more problems? |
|--------------------|-------|---------|--|--|--|---|--|--|--|-------------------------------|--|
| 7/11/2013 8:23:43 | Man | 35 - 45 | Apnea, Spearfishing, Swimming pool training | Apnea closed foot | More than once per week | Always | squeezing | Side of the foot | nothing | Never | While using |
| 7/11/2013 8:47:16 | Man | 25 - 35 | Scuba diving, Spearfishing, Swimming pool training | Apnea closed foot | More than once per week | Often | Muscle Cramps, Joint pain | Side of the foot | | Never | While using |
| 7/11/2013 8:51:14 | Man | 25 - 35 | Spearfishing | Scuba diving fin - closed foot | Sometimes per month | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | swimming fin | | I learned how to swim correctly with fins | Never | Never |
| 7/11/2013 9:27:15 | Man | 25 - 35 | Apnea, Spearfishing | Apnea closed foot | Once per week | Often | pressure | Side of the foot | I learned how to swim correctly with fins | Never | Never |
| 7/11/2013 11:23:10 | Man | 15 - 25 | Apnea, Spearfishing | Apnea closed foot | More than once per week | Only the first times I used them | Muscle Cramps, Muscle Strenghening | Calves, Shin | I learned how to swim correctly with fins | Never | Never |
| 7/11/2013 11:37:24 | Man | 25 - 35 | Spearfishing | Apnea closed foot | Once per week | Sometimes | Abrasions, Muscle Cramps | Calves | I learned how to swim correctly with fins | Never | While using |
| 7/11/2013 11:53:10 | Man | 25 - 35 | Apnea, Spearfishing, Swimming pool training | Apnea closed foot | Once per week | Sometimes | Shi | | | | |
| 7/11/2013 11:55:08 | Man | 25 - 35 | Apnea, Spearfishing, Swimming pool training | Apnea closed foot | Once per week | Sometimes | Shin pain | Shin | Stretching | Sometimes | While using |
| 7/11/2013 12:01:27 | Man | 15 - 25 | Spearfishing | Apnea closed foot | Sometimes per month | Sometimes | Joint pain | Side of the foot | I learned how to swim correctly with fins | Never | Never |
| 7/11/2013 12:47:31 | Man | 15 - 25 | Spearfishing | Apnea closed foot | Once per week | Sometimes | Muscle Cramps | Sole of the foot | I learned how to swim correctly with fins | Always | While using |
| 7/11/2013 12:56:37 | Man | 35 - 45 | Snorkeling | Apnea closed foot | Only in some specific period of the year (in summer) | Often | Muscle Cramps | Sole of the foot | Changed thickness of the diving boots | Always | While using |
| 7/11/2013 13:01:21 | Woman | 35 - 45 | Apnea, Swimming pool training, Snorkeling, Monofin swimming | Apnea closed foot, Scuba diving fin - closed foot, Monofin | More than once per week | Often | Blisters, Muscle Cramps | Toes, Sole of the foot | I learned how to swim correctly with fins | Often | While using |
| 7/11/2013 13:05:27 | Man | 15 - 25 | Apnea, Spearfishing | Apnea closed foot | Once per week | Often | | Sole of the foot | I use shoes with my fins | Often | Transport |
| 7/11/2013 15:09:04 | Man | 25 - 35 | Apnea, Swimming pool training, Monofin swimming | Monofin | More than once per week | Often | I don't feel any kind of pain using swimming fin | Side of the foot, Sole of the foot, Malleolus, Ankle | Nothing, if I use a bigger bootsock, it will lose kick efficiency. | Never | pain starts after 600m or 15 minutes. |
| 7/11/2013 17:06:08 | Man | 15 - 25 | Apnea | Apnea closed foot | Once per week | Only the first times I used them | I don't feel any kind of pain using swimming fins | Ankle | I changed model of my fins | Never | Never |
| 7/11/2013 22:07:46 | Man | 15 - 25 | Spearfishing | Apnea closed foot | More than once per week | Sometimes | Joint pain | Ankle | might be due to my ankle being in bad shape, not sure if I decide of my fins | Never | While using |
| 7/12/2013 0:53:19 | Man | 15 - 25 | Spearfishing, Snorkeling | Apnea closed foot (common fin) | More than once per week | Only the first times I used them | Abrasions | Malleolus | I now use dive socks with my fins | Always | While using |
| 7/12/2013 1:34:55 | Man | 35 - 45 | Spearfishing | Apnea closed foot | Once per week | Only the first times I used them | Muscle Cramps | Side of the foot | stretch | Never | Taking them off |
| 7/18/2013 6:41:01 | Man | 35 - 45 | Spearfishing, Snorkeling, Swimming pool training | Apnea closed foot | More than once per week | Non ho mai riscontrato fastidi con le pinne | I don't feel any kind of pain using swimming fins | | | Always | Never |
| 8/10/2013 11:56:13 | Man | 15 - 25 | Spearfishing, Snorkeling, Scuba diving, Snorkeling, Swimming pool training | Scuba diving fin - open heel, Snorkeling fin (common fin) | Once per week | Sometimes | contraction | Toes | I learned how to swim correctly with fins | Often | Never |

15

Indici Aggiuntivi

Indice Immagini

- Copertina: chelmsforddiveclub.co.uk

- Prima Parte: nadirspearfishing.com

Fig. 1: nationalgeographic.com
Fig. 2: apanamaje.wordpress.com
Fig. 3: foros.pesca.org
Fig. 4: nationalgeographic.com
Fig. 5: fortuna-hvar.com
Fig. 6: it.aliexpress.com
Fig. 7: esaldi.it
Fig. 8: nadirspearfishing.com
Fig. 9: nadirspearfishing.com
Fig. 10: nadirspearfishing.com
Fig. 11: nadirspearfishing.com
Fig. 12: freediversitalia.net
Fig. 13: nadirspearfishing.com
Fig. 14: c4carbon.com
Fig. 15: nadirspearfishing.com
Fig. 16: flickr.com
Fig. 17: wikipedia.org
Fig. 18: pinterest.com
Fig. 19: senzarespiro.gazzetta.it
Fig. 20: nadirspearfishing.com
Fig. 21: onlyoneapnecenter/facebook.com

Fig. 22: flickr.com
Fig. 23: clickblog.it
Fig. 24: nationalgeographic.com
Fig. 25: michellescamahom.com
Fig. 26: mares.it
Fig. 27: mares.it
Fig. 28: mares.it
Fig. 29: c4carbon.it
Fig. 30: nationalgeographic.com
Fig. 32: mares.it
Fig. 33: mares.it
Fig. 34: makerfaireorlando.com
Fig. 35: freediversitalia.net
Fig. 36: mares.it
Fig. 37: sporasub.it
Fig. 38: mares.it
Fig. 39: mares.it
Fig. 40: cressisub.com
Fig. 41: wikipedia.org
Fig. 42: rivista "l'ictosndre"
Fig. 43: siti aziende corrispettive
Fig. 44: c4carbon.com
Fig. 45: swimshop.co.uk
Fig. 46: omegafins.net
Fig. 47: freediversitalia.net

Fig. 48: nationalgeographic.com
Fig. 49: cressisub.com
Fig. 50: youtube.com
Fig. 51: bluetunaspearfishing.com
Fig. 52: bluetunaspearfishing.com
Fig. 53: freediversitalia.net
Fig. 54: lunocet.com
Fig. 55: scuba.about.com
Fig. 56: pinterest.com
Fig. 57: anatomyfacts.com
Fig. 58: anatomyfacts.com
Fig. 59: anatomyfacts.com
Fig. 60: anatomyfacts.com
Fig. 61: anatomyfacts.com
Fig. 62: anatomyfacts.com
Fig. 63: anatomyfacts.com
Fig. 64: freediversitalia.net
Fig. 65: flickr.com
Fig. 66: nadirspearfishing.com
Fig. 67: nadirspearfishing.com
Fig. 68: youtube.com
Fig. 69: nationalgeographic.com
Fig. 70: sunanddive.com
Fig. 82: nationalgeographic.com
Fig. 83: bajoelagua.com

Fig. 84: flickr.com
Fig. 85: orthopedics.about.com
Fig. 86: flickr.com
Fig. 87: lamedicinaestetica.wordpress.com
Fig. 88: flickr.com
Fig. 89: flickr.com
Fig. 90: freediversitalia.net
Fig. 91: nationalgeographic.com
Fig. 92: nationalgeographic.com
Fig. 93: schema
Fig. 94: nationalgeographic.com

Seconda Parte: nationalgeographic.com
Fig. 120: faemer.it
Fig. 123: shimanofishnetwork.it
Fig. 150: boatechnology.com
Fig. 190: secotools.com
Fig. 196: petrolube.it
Fig. 199: mcservice.mo.it
Fig. 206: lego.com
Fig. 216: istockphoto.com
Fig. 219: chelmsforddiveclub.co.uk
Fig. 220: nationalgeographic.com

Indice Schemi

- Fig. 12: Schema Attrezzatura
- Fig. 31: Schema Mappatura Pinne
- Fig. 36: Schema Calzata Full Foot
- Fig. 38: Schema Calzata Open Heel
- Fig. 67: Schema Movimenti Pinneggiata
- Fig. 72: Grafico Questionario Sesso
- Fig. 73: Grafico Questionario Età
- Fig. 74: Grafico Questionario Attività
- Fig. 75: Grafico Questionario Frequenza
- Fig. 76: Grafico Questionario Dolori
- Fig. 77: Grafico Questionario Tipologia
- Fig. 78: Grafico Questionario Zone Colpite
- Fig. 79: Grafico Questionario Soluzioni
- Fig. 80: Grafico Questionario Calzari
- Fig. 81: Grafico Questionario Momenti Problematici
- Fig. 93: Schema Flusso Delle Idee
- Fig. 107: Storyboard Di Funzionamento
- Fig. 108: Storyboard Di Funzionamento
- Fig. 109: Storyboard Di Funzionamento
- Fig. 121: Schema Stratificazione Materiali
- Fig. 122: Schema Movimento Stecchette
- Fig. 124: Illustrazione Diffusione Sforzo
- Fig. 125: Schema Distribuzione Sforzo e Paragone
- Fig. 127: Illustrazione Simulazione di Sforzo
- Fig. 128: Illustrazione Simulazione di Sforzo
- Fig. 132: Schema Configurazione della Suola
- Fig. 134: Tabella Dimensioni e Taglie
- Fig. 135: Schema Taglie
- Fig. 144: Illustrazione delle Cuciture
- Fig. 152: Illustrazione delle Posizioni della Scarpa
- Fig. 156: Illustrazione Rimozione Stecchette
- Fig. 164: Schema Divisione Meccanismo
- Fig. 170: Illustrazione Movimenti Meccanismo
- Fig. 171: Illustrazione Movimenti Meccanismo
- Fig. 172: Illustrazione Movimenti Leva Eccentrica
- Fig. 175: Illustrazione Aggancio Posteriore
- Fig. 176: Illustrazione Rimozione Aggancio Posteriore
- Fig. 198: Diagramma di Selezione dei Materiali
- Fig. 201: Tabella Produzione Braccetti
- Fig. 202: Tabella Produzione Guida Distanziale
- Fig. 203: Tabella Produzione Leva Eccentrica
- Fig. 204: Tabella Produzione Meccanismo Posteriore
- Fig. 205: Tabella Produzione Espulsore
- Fig. 217: Schematizzazione Sforzo Occasionale
- Fig. 218: Schematizzazione Sforzo a Fatica

16

Bibliografia

Libri

- Kapandji, (2002), Fisiologia Articolare - Vol.2, Arto Inferiore, 5°ed., Maloine Monduzzi Editore
- Zatòn K., Jaszczak M., (2008), Science in swimming II, Wroclaw
- Bardi M. (2013), Manuale di pesca in apnea, Addictions-Magenes Editoriale
- Brischigliaro N., Sorvino P., (2012), Manuale del pescatore in apnea, Nutrimenti Editore
- Thompson R., (2012), Il Manuale per il design del prodotto industriale, Zanichelli Editore
- Tarantino M., (2003), Snorkeling e apnea: per conoscere le meraviglie del mare, Giunti Editore

- Perrier A., (2008), 250 réponses aux questions du plongeur curieux, Éditions du Gerfaut, Paris
- Cigada A., Del Curto B., Frassine R., Fumagalli G., Levi M., Marano C., Pedferri M., Rink M., (2008), Materiali per il Design, Casa Editrice Ambrosiana
- Anselmi L., (2010) Il Design di prodotto oggi. Progettare con gli utenti: gli elettromedicali, Franco Angeli Editore

Articoli Scientifici

- Chanvallon S., (Marzo 2004), Da Leonardo Da Vinci a Louis de Corlieu, Il lungo cammino della propulsione subacquea, in "L'ictosandre".
- Zara E., (Giugno 2009), Pinne Wahoo C4 testate per voi, in "Pesca in Apnea"
- Merlon M., (Ottobre 2005) Fin Review, in "Scubadiving"
- Pendergast D.R., Mollendorf J., Evaluation of fins used in underwater swimming, UHM, Vol.30, No. 1.
- Zamparo P., Pendergast D.R., (2002) How fins affect the economy and efficiency of human swimming, "The Journal of Experimental Biology" 205, 2665–2676
- Beraldo S., Principali Movimenti del Corpo e Muscoli Antagonisti
- Barbieri C., (2008), Subacquea Le aziende italiane mettono "casa" a Genova. Ecco le liguri, in "nautica"
- Yamaguchi H, Shidara F, Naraki N, Mohri M., (1995), Maximum sustained fin-kick thrust in underwater swimming, Coastal Research Department, Japan Marine Science & Technology Center, Yokosuka, Japan.
- Historical Diving Society Magazine, issue 47 (estate 2009)

Sitografia

- www.nationalgeographic.com
- www.mares.com
- www.sporasub.com
- www.c4carbon.com
- www.merou.it
- www.cressisub.it
- www.fffesub.it
- www.scubapro.com
- www.lunocet.com
- www.fin.it
- www.nadirspearfishing.com
- www.freediversitalia.com
- www.facebook.com/spearfishing
- [www.facebook.com/PescaSub & Apnea Forum](https://www.facebook.com/PescaSub%20%26%20Apnea%20Forum)
- www.pescasubapnea.com/pescasub
- www.boatechnology.com
- www.senzarespiro.gazzetta.it
- www.fortuna-hvar.com
- www.grabcad.com
- www.skiffy.com
- www.youtube.com
- www.forcefins.com
- www.moròn.es
- www.treccani.it
- www.anatomyfacts.com
- www.biodigitalhuman.com
- www.it.wikipedia.org/wiki/Leghe_di_alluminio
- [www.it.wikipedia.org/wiki/Pinne_\(subacquea\)](http://www.it.wikipedia.org/wiki/Pinne_(subacquea))
- www.en.wikipedia.org/wiki/Swim_fin

