



Politecnico di Milano
Scuola del Design
Corso di laurea in Design & Engineering
Anno accademico 2013-2014

Biomimetica

Ispirazione per l'innovazione

Studente

Anna Minibaev
matricola : 779750

Relatore

Barbara Del Curto

Correlatore

Mario Guagliano

Ringraziamenti

Dal giorno in cui ho concepito questa tesi ad oggi non sono mancati i dubbi e le difficoltà, tuttavia ho sempre potuto contare sulla guida e l'esperienza dei miei professori, che quindi tengo a ringraziare.

Il primo ringraziamento va alla Professoressa Barbara Del Curto, per il supporto lungo tutto lo sviluppo del lavoro, al professor Mario Guagliano, che col suo aiuto mi ha permesso di rendere questo progetto più concreto.

Il professor Francesco Migliavacca merita un ringraziamento per avermi accompagnata nel complesso mondo della biomeccanica ed infine al professor Francesco Trabucco, per il suo contributo nella fase di progettazione e di design.

Vorrei ringraziare inoltre i miei compagni del gruppo di capoeira che da sempre mi guidano, mi sostengono e mi fanno sorridere.

In fine alla mia cara famiglia...

Дорогие мама, папа и Эльдар, Спасибо за все! За поддержку помощь и любовь!

Abstract

Italiano

Il presente progetto di tesi è un lavoro che aspira ad apportare migliori tecnologie ad un'oggetto (nello specifico una bicicletta) tramite l'applicazione di meccanismi naturali (nel caso specifico appartenenti al regno animale). Consiste nell'elaborazione di una bicicletta da discesa caratterizzata da meccanismo ispirato alla biomeccanica del ghepardo, in particolare modo all'accumulo di energia elastica che si concentra nella sua spina dorsale in una fase di "frenata" e che, successivamente, al momento del rilascio, favorisce l'accelerazione.

La struttura corporea dei ghepardi, da un lato, permette di ammortizzare in modo eccellente gli impatti, e al tempo stesso di garantire all'animale la massima capacità di accelerazione, grazie alla quale raggiunge le più elevate velocità nel regno animale.

Uno studio della biomeccanica di questi animali mostra che la schiena del ghepardo è una struttura flessibile che si comporta come una molla; essa viene contratta in una fase di "frenata", ovvero quando le sue zampe anteriori raggiungono terra e il resto del corpo si avvicina. Questa energia viene rilasciata per favorire l'accelerazione durante le fasi di "slancio" e di "volo", quando gli arti anteriori si distaccano da terra.

Queste osservazioni hanno dato vita all'idea di fare una mimesi tra le biciclette biammortizzate e il ghepardo, creando un meccanismo che permetta di accumulare energia elastica durante la frenata e rilasciarla sotto forma di accelerazione. Si è scelto di concentrarsi sulle biciclette da Downhill, perché questa disciplina "costringe" l'atleta a frenare frequentemente, dissipando e quindi "sprecando" molta energia. Questo lavoro dunque dimostra come la biomimesi abbia un grande potenziale per l'evoluzione della tecnologia.

Abstract

English

This thesis project is a work that aspires to make technological improvements in a product (in this case a bicycle) through the application of natural mechanisms (in this case belonging to the animal kingdom).

It consists in the design of a downhill bicycle characterized by a mechanism inspired by cheetah's biomechanics, particularly by the accumulation of elastic energy that is concentrated in its spine during "braking" and later, at the time of release promotes acceleration.

The body structure of a cheetah, has an extraordinary ability, to cushion impacts, and at the same time to ensure the maximum acceleration capability to the animal, due to which it reaches the highest speed in the animal kingdom.

A study of cheetah's biomechanics shows that the back of these animals is a flexible structure that behaves like a spring; it is contracted in a phase of "braking", i.e. when its front legs reach the ground and the rest of the body is approaching. This energy is released to facilitate the acceleration during the phases of "momentum" and "flight" when the front legs are detached from the ground.

These observations have led the idea to make a mimesis between full suspension bicycles and cheetahs, by creating a mechanism that allows to accumulate elastic energy during braking, generating acceleration due to its release. It was decided to focus on Downhill bikes, because this discipline "forces" the athlete to slow down frequently, dissipating and thus "wasting" a lot of energy. Therefore this work demonstrates how biomimicry has great potential for the technology development.

Indice

Introduzione	1
Prima parte: Studio	3
1. Biomimetica	4
1.1 Biology to Engineering	7
1.2 Bio Ispirato nella Storia del Arte, Design e Architettura	11
2. Imparare dalla vita	23
2.1 Bios	26
2.2 Il Sistema della Vita	28
2.3 “Life’s Principles”	30
2.4 “Life’s Principles - Biomimicry Design Lens”	32
2.4.1 Evolve to Survive	34
2.4.2 Adapt to Changing Conditions	36
2.4.3 Be Locally Attuned and Responsive	37
2.4.4 Integrate Development with Growth	39
2.4.5 Be Resource Efficient (Material & Energy)	42
2.4.6 Use Life-Friendly Chemistry	43
3. Metodologia progettuale	47
3.1 Ethos	48
3.2 Riconnessione	49
3.3 Emulate	51
3.3.1 Scoping	53
3.3.2 Discovering	54
3.3.3 Creating	56
3.3.4 Evaluating	56
3.3.5 Il Pensiero biomimetico	57
3.3.6 BioTRIZ	59
4. Analisi di Casi Studio	60
4.1 Quadro Generale	62
4.1.1 Obiettivi del Analisi	62
4.1.2 Analisi	64
4.1.3 Conclusioni	67
4.2 La Biomimetica nello Sport	69
4.2.1 Analisi	76

Seconda parte: Scoperta	85
5. Discover, Abstract, Indentefy Function & Brainstorming	88
5.1 Il Ghepardo	88
5.2 Il Ghepardo e le MTB da Downhill	93
5.3 Biomeccanica del Galoppo e Allungamento della Spina Dorsale	96
5.3.1 Accumulo di Energia - Flessibilità della Schiena	97
5.3.2 Biomimesi: il Galoppo e la Bicicletta	105
5.3.3 Perché il ghepardo	106
6. Define Context	112
6.1 Mountain bike da Downhill	114
6.2 Le Sospensioni	116
6.2.1 Tipologie di sospensione Posteriore	116
6.2.2 Le Sospensioni, Funzionamento ed Effetti Collaterali	118
6.2.3 Sospensioni Non Tradizionali	124
6.3. Geometria del Telaio	128
6.3.1 l'Interasse	129
6.3.2 Il Top Tube (TT)	130
6.3.3 Angolo di sterzo (Head Tube Angle-HA)	131
6.3.4 Angolo Sella (Seat Tube Angle-SA)	132
6.3.5 Carro posteriore (ChainStay-CS)	132
6.3.6 Altezza movimento centrale (HBB)	133
6.4 La Guida	142
6.4.1 Biomeccanica del Downhill biking	143
6.4.1 Centro di gravità: tecnica di guida e geometria	144
7. Identify Function	153
Terza parte: Progetto	158
8.1 Obiettivi del progetto	159
8.2 Geometria generale	160
8.3 Il meccanismo e le componenti aggiunte	162
8.4 Materiali e produzione	176
8.5 Linea	177
8.6 Scheda tecnica	178
Bibliografia	182
Allegati	186



Introduzione

“L'ingegno umano mai troverà invenzione più bella, né più facile né più breve della natura, perché nelle sue invenzioni nulla manca e nulla è superfluo”.

(Leonardo da Vinci)

Da sempre, durante la storia dell'umanità, la natura ha rappresentato un importante riferimento e modello di ispirazione, che ha portato alla nascita di numerose opere tecniche ed espressive. L'uomo imparava ad essere più cosciente e più attento all'infinita perfezione della natura, alle sue interminabili lezioni.

Oggi l'approccio biomimetico viene visto come la disciplina che studia i processi biologici naturali per cercare soluzioni sostenibili ai problemi tecnologici e progettuali dell'uomo. Muovendosi all'interno delle regole della natura e adottando tale metodo, l'uomo andrà a migliorare il suo ambiente ed i suoi manufatti in termini di efficienza, sostenibilità e bellezza.

Per raggiungere l'obiettivo che questa disciplina si pone nell'ideale vi è la necessità di applicare tale approccio in tutti i campi e progetti, partendo anche da innovazioni e soluzioni molto specifiche. È la diffusione del metodo e la sua introduzione nel lavoro quotidiano che porteranno in piccoli passi al vero cambiamento.

Il progetto che seguirà questo studio ha lo scopo di effettuare un percorso di biomimesi per ottenere un prodotto di design per lo sport. Questo macro argomento è stato definito a piacere del autore.

Il resto delle scelte progettuali sono state guidate dal metodo definito.

La parte pratica prevede uno studio approfondito di un principio naturale che diventerà la guida per la biomimesi. Il risultato ottenuto sarà una nuovo sistema per le Moutan bike da Downhill che permetterà di ottimizzare l'uso di energia cinetica e di recuperare l'indesiderata perdita di velocità.

Prima Parte | **Studio**



1

Biomimetica

Per definizione la *biomimetica* è “*a new discipline that studies nature’s best ideas and then imitates these designs and processes to solve human problems.*”¹. È quindi “*lo studio consapevole dei processi biologici e biomeccanici della natura, come fonte di ispirazione per il miglioramento delle attività e tecnologie umane.*”²

Il termine è composto dalle due parole greche: “*bios*”, vita e “*mimesis*”, imitazione.

Con mimetismo si intende la capacità di un organismo di imitarne un altro, allo scopo di trarne un vantaggio.

In natura vi sono diverse tipologie di mimetismo, per esempio il *camouflage* è una strategia di difesa dove l'animale si mimetizza con quello che ha intorno. Un altro esempio è il mimetismo *mulleriano* che si riferisce ad alcuni insetti che imitando, nei colori e nella forma, specie repellenti o velenose ingannando i predatori. Pertanto possiamo dire che la biomimetica, ovvero l'imitazione delle strategie naturali per ottenere dei benefici è un comportamento spontaneo del uomo in quanto organismo vivente.

Possiamo iniziare a riportare i primi esempi dell'uomo che imita la natura già dall'inizio della storia dell'homo sapiens; osservando gli animali hanno imparato ad andare a caccia; nell'epoca della pietra osservando le proprietà meccaniche di pietre, legno, corno, ossa e conchiglie animali, crearono i primi utensili.

*“Nella storia dell'uomo la natura ha sempre costituito un importante riferimento, sia formale che funzionale, in grado di stimolare la nascita di nuove soluzioni tecniche ed espressive. Molti dei più importanti progressi scientifici e tecnologici sono stati indotti dall'osservazione dei fenomeni e delle strutture naturali. Da sempre il riferimento biologico è per la cultura del progetto tra i più importanti principi fondativi e di ispirazione.”*³

Il maestro, Leonardo De Vinci, già nel quindicesimo secolo prendeva ispirazione dalla natura e dal mondo animale per ideare le sue invenzioni. Così

1 Biomimicry Institute, <http://biomimicryinstitute.org/about-us/what-is-biomimicry.html>

2 Autori di Wikipedia, “*Biomimetica*”, Wikipedia, L'enciclopedia libera, <http://it.wikipedia.org/wiki/Biomimetica> (controllata il: settembre 2, 2013).

3 Carla Langella, “*Hybrid design- Progettare tra tecnologia e natura*”, Milano, Franco Angeli, 2007

ad esempio osservò il movimento degli uccelli per studiare una macchina volante, anticipando i fratelli Wright, che agli inizi dell'epoca industriale crearono il loro primo prototipo di aereo.

“Questo aspetto si ritrova non solo nelle macchine volanti, ma anche in molti altri marchingegni [...] Osservando che i pesci con un corpo allungato sono più veloci, Leonardo aveva anche progettato proiettili di cannone di forma ogivale, dotandone alcuni anche di alette. Lo studio dell'anatomia, lo aveva poi aiutato per ideare un automa cavaliere, che avrebbe dovuto poter eseguire movimenti analoghi a quelli dell'essere umano [...] Cinquecento anni prima della creazione del velcro o dei costumi da nuoto in poliuretano che imitano la pelle degli squali – invenzioni ricordate negli affissi disseminati nell'esposizione.”⁴

Da Vinci, essendo una figura a cavallo fra arte e scienza, è un emblema che rappresenta la forte connessione fra le due discipline e le sue ricerche dimostrano come la natura è un modello di ispirazione per entrambi. Nei capitoli successivi si andrà ad analizzare separatamente il rapporto della natura con l'ingegneria e della natura con l'arte applicata, design e architettura.

4 Daniele Mariani, *“Le fantastiche macchine di un genio”* 09 aprile 2010 swissinfo.ch

1.1

Biology to Engineering

Bionics, Biomimetics and Biomimicry

Spesso i termini *Bionica (Bionics)*, *Biomimetica (Biomimetics)* e *Biomimicry* vengono erratamente utilizzati per il medesimo significato. In realtà si tratta di tre diverse discipline correlate.

Il termine “*bionics*” è stato ideato dal dottore della US Air Force, Jack E. Steele e fu reso pubblico nel 1960. La definisce “*the science of systems which have some function copied from nature, or which represent characteristics of natural systems or their analogues.*”⁵ L'architetto americano Victor Papanek si sofferma a puntualizzarne il suo beneficio, definendo la bionica come: “*the use of biological prototypes for the design of man-made synthetic systems. To put it in simpler language: to study basic principles in nature and emerge with applications of principles and processes to the needs of mankind.*”⁶

L'esempio che riporta Victor Papanek nel suo libro “*Design for the real world, human ecology and social change*” del 1971 per spiegare la bionica sono i sistemi radar e sonar che imitano il sistema di orientamento utilizzato dai *chiroterri* (conosciuti come pipistrelli). I chiroterri possono volare esclusivamente grazie al suono. Emettono suoni acuti tra dieci e venti volte al secondo che rimbalzano su gli oggetti nel loro percorso e vengono raccolti dalla loro orecchie straordinariamente sensibili. Più veloce è il suono più vicino è l'oggetto; un sistema che permette loro di trovare la strada nel buio pesto senza ostacoli. Questo principio viene applicato nei sistemi sonar per trovare gli oggetti sotto l'acqua, e nei sistemi radar per individuare gli oggetti in aria. Lo stesso principio è stato utilizzato dal azienda Sound Foresight Ltd per la progettazione di un “bastone da passeggio” per le persone con problemi di vista. Grazie agli ultrasuoni, rileva gli oggetti presenti nelle vicinanze dell'utilizzatore, la loro dimensione e distanza, e ne comunica la presenza facendo vibrare un bottone presente nell'impugnatura.

I progressi scientifici e tecnologici hanno consentito di osservare e conoscere la natura sempre più a fondo, fino a raggiungere la capacità di analizzare e

⁵ J.F.V Vincent cit. in: Carla Langella, “*Hybrid design- Progettare tra tecnologia e natura*”, Milano, Franco Angeli, 2007

⁶ Victor Papanek, “*Design for the real world: human ecology and social change.*” London, Thames and Hudson, 1971

capire le strutture, le logiche e i principi che sono alla base dell'organizzazione dell'evoluzione del mondo naturale. *“Un punto di vista così ravvicinato ha consentito all'ingegneria di riuscire a interpretare l'osservazione della biologia, non solo come fonte di ispirazione, ma anche come strumento di innovazione [...] Le nuove conoscenze scientifiche e gli strumenti tecnologici consentono di creare “replicanti” sempre più fedeli, non solo nelle forme ma anche nelle logiche di costruzione.”*⁷ Sono le permesse fondatrici per la “Biomimetics” o “biomimetica” in italiano.

Il termine è stato coniato da Otto H. Schmitt nel 1969 ed è lo studio della natura e i suoi principi di sviluppo allo scopo di ricavarne nuovi strumenti per il progetto di artefatti avanzati. Per via dell'evoluzione della biomimetics oggi il termine viene utilizzato principalmente nel campo della scienza e dell'ingegneria, mentre con il termine bionica ci si riferisce al mondo della medicina, dove si utilizzano i principi naturali per agevolare la produzione di organi artificiali.

Negli Stati Uniti viene coniato dalla biologa Jannie Benyus, fondatrice del centro principale di ricerche biomimetiche americano, Biomimicry 3.8, il termine biomimicry; *“innovation inspired by nature”*⁸.

Rispetto alla biomimetics, coniato Otto H. Schmitt, biomimicry viene *“interpretata in un'accezione meno ingegneristica, che coinvolge il mondo degli artefatti a una scala più ampia, come fonte di strategie biologiche particolarmente orientate alla sostenibilità ambientale e si correla alle teorie di ecologia-industriale.”*⁹

A questo proposito, Janine Benyus afferma che biomimicry è lo studio dei modelli, dei sistemi, dei processi e degli elementi della natura che offrirà soluzioni progettuali sostenibili ai problemi umani.

Benyus spiega, *“To be truly sustainable, designs have to both mimic biological material-efficient forms and follow nature's manufacturing rules.”*¹⁰ Emulando i metodi della natura della produzione si prevede l'utilizzo di minore energia.

7 Carla Langella, *“Hybrid design- Progettare tra tecnologia e natura”*, Milano, Franco Angeli, 2007

8 Janine Benyus, *“Biomimicry Innovation Inspired by Nature”*, Harper Perennial, 1997

9 Carla Langella, *“Hybrid design- Progettare tra tecnologia e natura”*, Milano, Franco Angeli, 2007

10 Janine Benyus, *“Biomimicry Innovation Inspired by Nature”*, Harper Perennial, 1997

Per Benyus la biomimicry vede nella natura: *Modello, Misura e Mentore*. “*If we want to consciously emulate nature’s genius, we need to look at nature differently. In biomimicry, we look at nature as model, measure, and mentor.*”¹¹

La natura è un modello in quando la scienze emula le sue strategie, per esempio dal processo di fotosintesi di una foglia sono stati “sviluppati” i sistemi fotovoltaici. La natura è una “misura” in quando la scienza ne trova un riferimento per dimensionare, per esempio stabilendo che la seta di ragno è più resistente dell’acciaio. Ed è invece un mentore, quando la accettiamo come insegnante di principi di vita e progettazione. Benyus definisce una serie di principi alla base della vita che un progetto biomimetico deve seguire (Di seguito vi è un capitolo dedicato)

Uno degli esempi di biomimicry più frequentemente menzionati da Benyus, è quello di cercare di capire i segreti della seta del ragno. Christopher Viney, scienziato inglese, ha studiato il ragno *Araneidae Dorato, Golden Orb Weaver (Nephilia Clavipes)*, che produce sei diversi tipi di seta per diversi scopi. Si è scoperto che il ragno può produrre della seta composita. La seta ha una struttura molecolare unica composta di lunghe catene di aminoacidi che formano cristalli di proteine, questi vengono incorporati in una matrice “gommosa” di polimero organico. La componente gommosa dona alla seta la sua elasticità, ed ecco perché non si rompe quando blocca nella rete gli insetti. Questo materiale viene prodotto all’interno del corpo del ragno da ghiandole speciali e viene spinto attraverso una serie di ugelli sull’addome del ragno. Non è del tutto chiaro che cosa accada negli ugelli del ragno: come la proteina liquida entri nell’ugello e esca sotto forma di una una fibra insolubile.

Gli uomini invece per produrre Il *kevlar*, una fibra sintetica aramidica, devono utilizzare elevate temperature e l’acido solforico che producono altri sottoprodotti tossici. Se il mistero della seta del ragno potrà essere risolto una serie di processi di produzione potranno essere migliorati. Si potrà risparmiare energia e si ridurrebbero i rifiuti tossici. In oltre potrebbe nascere una vasta gamma di nuovi possibili prodotti.

Pertanto la biomimicry, offre un metodo per esaminare il processo di fabbricazione di un prodotto dal punto di vista dell’ecologia industriale, cioè

11 Biomimicry Institute, <http://biomimicryinstitute.org/about-us/what-is-biomimicry>

guardare il sistema di produzione nel suo complesso e tutto il ciclo di vita di un prodotto.

La biomimicry è adoperata in diversi settori: informatica, ingegneria, agricoltura, architettura, design, materiali innovativi, medicina ecc *“trasferendo ai vari ambiti di attività dell'uomo le leggi e i principi che regolano la natura per garantire la sopravvivenza degli ecosistemi, è possibile concepire prodotti, tecnologie e sistemi innovativi compatibili con l'ambiente e con la salute degli uomini.”*¹²

Vi sono diversi approcci studiati e pubblicati da enti differenti per l'applicazione della biomimesi in ambito della progettazione. Di seguito i diversi metodi verranno spiegati con chiarezza in un capitolo dedicato.

*“Per quanto riguarda gli scenari futuri gli ambiti di ricerca più promettenti per lo sviluppo della biomimetica sono gli studi di nuovi materiali, che mutuano a livello micrometrico e nanometrico le logiche e i principi derivati dalla biologia molecolare; le tecnologie Micromachined Electro Mechanical (MEM), i sistemi di gestione economica o ambientale basati su reti intelligenti ICT (Information and Communication Technology) che imitano i meccanismi di crescita neuronale; i sistemi biometrici di calcolo utilizzati per comprendere e modellare caratteri biologici come struttura del DNA delle proteine o il funzionamento del cervello umano e del sistema nervoso.”*¹³

12 Carla Lngella, *“Hybrid design- Progettare tra tecnologia e natura”*, Milano, Franco Angeli, 2007

13 Carla Lngella, *“Hybrid design- Progettare tra tecnologia e natura”*, Milano, Franco Angeli, 2007

1.2

Bio Ispirato nella Storia dell' Arte, Design e Architettura

Dalla Art Botany alla Biomimetica

La relazione fra progetto, scienza e natura ha preso durante la storia diverse direzioni, configurando uno scenario vasto di movimenti e discipline.

Inizialmente “ *i colori, i ritmi, le simmetrie degli elementi naturali hanno avuto un potere ammaliante sull'uomo in quanto egli trova nella loro armonia motivo di sollievo di distensione, come confermano le teorie gestaltiche in merito all'influenza delle forme equilibrate sulla psiche degli osservatori*”¹⁴

Le figure vegetali o animali sono presenti in tutta la lunga storia delle arti visive ed applicate. Si presentano sotto forme di decori grafici, o ornamenti per oggetti, mobili, supporti di sculture, elementi architettonici ecc.

Dopo la rivoluzione industriale si formarono due grandi scuole di pensiero; una tradizionalista “l'anti industria” di William Morris, e Jonah Raskin e l'altra che cercava di migliorare le qualità delle industrie e mirare al loro sviluppo, a questa scuola di pensiero appartengono Henry Cole, Christopher Dresser, Owen Jones e molti altri.

I primi “*hanno osservato la Natura, ma i loro punti di vista sono stati spesso annebbiati da un romantico desiderio di ristabilire una specie di Eden, un desiderio di ritornare alle cose essenziali e di sfuggire al potere spersonalizzante della macchina o da una mistica sentimentale della vicinanza al suolo.*”¹⁵

Colui che è considerato il primo industrial designer, Christopher Dresser, cominciò invece a dare una grande importanza allo studio della natura e alle conseguenti riflessioni sul progetto. Così nacque la “Art Botany”, in seguito agli studi del suo predecessore Owen Jones, Dresser presenta una disciplina che raffigura la natura in modo stilizzato ma basato su dati scientifici. Dresser analizzava e raffigurava in disegni botanici ridotti e le strutture base dei fiori e delle foglie, in modo da scoprire nuovi modelli per la progettazione.

“Egli acquisì le basi di un atteggiamento di tipo confermativo, più che imitativo, nei confronti della natura e dei processi di genesi e di sviluppo delle forme vegetali [...] La predilezione per l'ornamento non vinse comunque il lavoro di ricerca di Dresser, il quale elaborò il principio basilare di adattamento o fitness, che gli valse a ragione il

14 Giuseppe Salvia, Valentina Rognoli e Marinella Levi “*Il Progetto della Natura- gli strumenti della biomimesis per il design*” Ed. FrancoAngeli, Milano, 2009

15 Victor Papanek, “*Progettare per il mondo reale*”, Mondadori, 1973

*titolo di primo di designer della storia. Con questo principio si individua il concetto di adattamento o adeguatezza di un oggetto allo scopo, con profondi rimandi al mondo vegetale*¹⁶

Dresser afferma: *"Nel regno vegetale si manifesta la massima aderenza allo scopo, e si sviluppano solo quelle forme che si accordano con i requisiti della situazione; anche la struttura delle piante varia a seconda delle situazioni circostanti; quindi per tutto ciò che riguarda l'adeguatezza allo scopo dobbiamo apprendere dalle piante."*¹⁷

In una fase storica successiva durante tutto il periodo del *Liberty* noto anche come stile floreale diffuso per tutta l'Europa tra la fine del Ottocento e l'inizio del Novecento, del quale fanno parte numerosi artisti e progettisti come Henry Van De Velde, Gustav Klimt, Alfons Mucha, Josef Hoffmann, Otto Wagner, Charles Rennie Mackintosh e molti altri, il principio di assunzione della natura come modello si limitò alla sola morfologia con propaggini anche nei decenni successivi.

Una corrente nell'architettura e nel design che ha dei contorni pseudo-biologici, con un tratto comune di spettacolarità ridondante è lo *stile organico*. Difficilmente se ne trova una definizione, ma la sua caratteristica principale è senza alcun dubbio la forte presenza di forme organiche. Si possono considerare diversi artisti designer e architetti in differenti periodi storici tra cui lo scultore Harry Moore, l'architetto Antonio Gaudì che spesso viene visto come un esempio emblematico dell'Art Nouveau, molti designer e architetti contemporanei come Zaha Hadid, Ronan & Erwan Bouroullec, Herzog & De Meuron, Ross Lovegrove, Lars Spuybroek e tanti altri.

Il concetto di *architettura organica* nacque nello studio che Louis Henry Sullivan condivideva con Dankmar Adler e dove si formò Frank Lloyd Wright. Un ramo dell'architettura che rappresenta un altro tipo di rapporto fra natura e progetto, che promuove un'armonia tra l'uomo e la natura. *"... Così ambiente*

16 Giuseppe Salvia, Valentina Rognoli e Marinella Levi *"Il Progetto della Natura- gli strumenti della biomimicry per il design"* Ed. FrancoAngeli, Milano, 2009

17 Christopher Dresser *"The Art of Decorative Design"* cit. In Rognoli e Marinella Levi *"Il Progetto della Natura- gli strumenti della biomimicry per il design"* Ed. FrancoAngeli, Milano, 2009

*ed edificio sono una cosa sola; piantare gli alberi nel terreno che circonda l'edificio, quanto arredare l'edificio stesso, acquistano un'importanza nuova, poiché divengono elementi in armonia con lo spazio interno nel quale si vive. Il luogo (la costruzione, l'arredamento) - ed anche la decorazione, e anche gli alberi - tutto diviene una cosa sola nell'architettura organica ... sintesi nella quale confluiscono tutti gli aspetti dell'abitare, e si pongono in armonia con l'ambiente. Questo appunto è ciò che la posterità definirà "architettura organica" ..."*¹⁸

Anche la scuola di pensiero di Dresser ha avuto continuità, esistono diversi esempi del desiderio di *"indagare della natura non solo per la sua bellezza ma anche per estrarne gli aspetti che rendono affascinante la natura, tra cui proprio i suoi processi di crescita."*¹⁹

Quando lo stesso Louis Sullivan ancora prima della nascita dell'architettura organica, cominciò a sviluppare e prospettare un'applicazione pratica nell'architettura dei principi di funzionalismo di cui parlava già nella meta del Ottocento lo scultore e scrittore Horatio Greenough. iniziò a portare le basi teoriche del funzionalismo moderno, osservando nella molteplicità delle forme naturali una corrispondenza tra forma e funzione da cui derivò l'utilità di fare riferimento allo studio delle strutture degli scheletri e delle pelli degli animali e degli insetti nell'elaborazione dei principi dell'edilizia.

Louis Sullivan che affermò: *"form ever follows function"*, spiegando che *"...la sempre operante legge della natura, per la quale ogni singola cosa assume, nella sua materialità, forma individuale, e come tale è riconoscibile. Questa legge non solo è comprensiva ma è universale. Concerne il cristallo come l'albero, ogni cosa tesa a cercare e a trovare la sua forma, in virtù del suo programma, o del suo scopo o funzione; oppure, se lo preferite, in virtù del suo desiderio di vivere e di esprimersi..."*²⁰

Il concetto fu ripreso alcuni anni dopo da Ludwig Mies Van Der Rohe nella versione più netta: *"form is function"* E anche oggi Janine Benyus, in riferimento

18 Frank Lloyd Wright, "Testamento", Einaudi, TO, 1963

19 Christopher Dresser "The Art of Decorative Design" cit. In Rognoli e Marinella Levi "Il Progetto della Natura- gli strumenti della biomimicry per il design" Ed. FrancoAngeli, Milano, 2009

20 Louis Henry Sullivan, dal articolo, "What is Architecture A Study of the American People of Today." 1906

alla biomimesi, per rinforzare le proprie parole, ripropone la famosa frase dicendo: *“Nature fits form to function”*²¹.

*“La volontà di esplorare la scientificità del mondo naturale e soprattutto delle relative modalità di superamento delle problematiche legate alla necessità di sopravvivenza dei molteplici fattori che caratterizzano l'ambiente, mantenendo l'equilibrio generale contrariamente ai danni che provoca l'uomo con il suo intervento nel sistema naturale [...] rappresenta in tanto un invito a un design bio ispirato con fondamenti che affondano nella struttura della Natura e non semplicemente nel suo fenotipo, o meglio, una progettazione che nel fenotipo della Natura non vede un traguardo, ma piuttosto l'avvio di un percorso.”*²²

Vi sono più di un concetto morale accolto dal contemporaneo design bio-ispirato, di conseguenza vi sono previste diverse logiche e strategie progettuali. Visto l'interconnessione fra tutte le strategie bio ispirate non è possibile fare una netta distinzione. Ma si possono definire in grandi linee tre approcci: il *Bio-Design*, l'*Hybrid Design* e la *Biomimicry* con concetti base differenti.

Il Bio-Design è *“quando i materiali del design sono esseri viventi o tessuti organici anziché plastica, legno, ceramica o vetro, ogni progetto solleva implicazioni che si spingono molto più in là dell'equazione forma/funzione, così come di qualsiasi idea di comfort, modernità o progresso. Il design trascende i suoi limiti tradizionali e le sue implicazioni puntando diritto al cuore della sfera morale, fino a confrontarsi con le nostre convinzioni più profonde... alcuni lavorano con organismi visibili come piante e animali, altri con batteri e cellule, altri ancora perseguono la creazione di nuovi sistemi viventi manipolando il DNA...”*²³

I bio designer come; Mathieu Lehanneur, Susana Soares o Revital Cohen, Jrlte Van Abbema, Tobbie Kerride , Nikki Stoot, Ian Thompson, Wieki Somers,

21 Janine Benyus, *“Biomimicry Innovation Inspired by Nature”*, Harper Perennial, 1997

22 Giuseppe Salvia, Valentina Rognoli e Marinella Levi *“Il Progetto della Natura- gli strumenti della biomimicry per il design”* Ed.FrancoAngeli , Milano, 2009

23 Paola Antonelli, “Bio-Design”, in Domus Novembre 2011, p.106-113

Oron Catts, Ionat Zurr e molto altri incorporano esseri viventi in progetti olistici basati su cicli naturali pilotati verso nuove funzioni.

L'Hybrid design *“si sviluppa partendo dalla considerazione che il mondo è fluido, le condizioni di base mutano di continuo e velocemente, nei sistemi biologici l'autorganizzazione consente di sviluppare tipologia di specializzazione flessibile e reversibile, dunque compatibile con il variare delle esigenze e delle condizioni esterne.”*²⁴
*“Hybrid design è un nuovo approccio progettuale che si propone di trasferire alla cultura del design la complessità insita nelle logiche, nei codici e nei principi del mondo biologico. Nell'hybrid design le qualità complesse tratta dal mondo biologico vengono trasferite al design di prodotti e servizi innovativi come sorta di “nuovo codice genetico.”*²⁵

La biomimicry, che si basa anche essa su emulazione di principi presenti in natura, parte dal *“ipotesi che qualora si imiti la natura si rientra automaticamente in uno stato intrinsecamente eco-sostenibile, visto che la natura per definizione opera in regime di sostenibilità.”*²⁶

Dunque il bio-ispirato prevede o un inserimento fisico di componenti viventi nel progetto o un imitazione di principi naturali, allo scopo di esprimersi o innovare in modo da seguire le logiche di un mondo ibrido ed aspirando alla progettazione ecosostenibile.

Carla Langella Nel libro *“Hybrid design- Progettare tra tecnologia e natura”*, Milano, Franco Angeli, di 2007
riporta sei livelli di interazione analogica fra natura e progetto:

- **“Livello architettonico**, nel quale l'analogia si riferisce ad esempi di strutture costruite dagli organismi viventi come gli alveari o le tane degli animali;
- **“Livello morfologico strutturale**, nel quale viene imitata la morfologia delle bio strutture (celle, ossa, tessuti biologici, gusci dei mitili) per ottenere strutture con specifiche prestazioni;

24 Carla Langella, *“Hybrid design- Progettare tra tecnologia e natura”*, Milano, Franco Angeli, 2007

25 Carla Langella, *“Hybrid design- Progettare tra tecnologia e natura”*, Milano, Franco Angeli, 2007

26 Giuseppe Salvia, Valentina Rognoli e Marinella Levi *“Il Progetto della Natura- gli strumenti della biomimicry per il design”* Ed. Franco Angeli, Milano, 2009

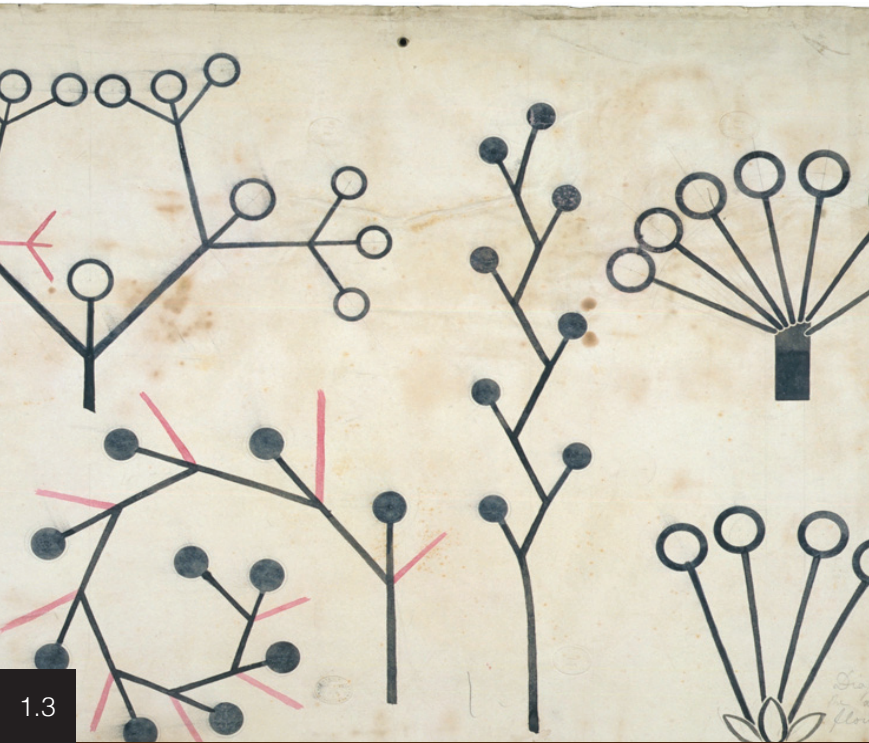
- **Livello biochimico**, nel quale vengono trasferiti i meccanismi biologici osservati nei sistemi biologici come i processi che sono alla base dell'effetto di luminescenza delle lucciole o delle fotosintesi clorofilliana;
- **Livello funzionale**, rispetto al quale vengono imitate le logiche poste alla base dei sistemi biologici come le funzioni di attrito della pelle degli squali e i meccanismi di termoregolazione degli animali in condizioni ambientali esterne;
- **Livello comportamentale**, che si riferisce al trasferimento di modalità comportamentali come quelle reattive o protettive.
- **Livello dell'organizzazione**, che consiste lo stadio più elevato di astrazione e consiste nel trasferire strategie organizzative proprie dei sistemi biologici come ridondanza, auto-adattamento, autonomia, auto-organizzazione.”

La biomimetica è una visione dell'innovazione che ha spazio ed interviene in diverse discipline e ha diversi campi d'azione, come: materiali, agricoltura, economia, energia, industria, trasporto e altri. È possibile elaborare soluzioni efficaci seguendo i collegamenti che si creano fra le diverse discipline, ciascuna con le sue informazioni e rimandi.

Per concludere si potrebbe dire che la biomimetica prende ispirazione dalla natura dal punto di vista etico, estetico e tecnologico. Un progetto completo di Bio-inspired Design, deve seguire le regole della natura in tutti e tre questi ambiti.

Come affermano gli studiosi del Biomimicry 3.8; *“Biomimicry It's a design discipline, a branch of science, a problem solving method, a sustainability ethos, a movement, a stance toward nature, a new way of viewing and valuing biodiversity...”*²⁷

27 Dayana Baumeister Ph.D. With Rose Tocke, Jamie Dwyer, Sherry Ritter, Janine Benyus, *“The Biomimicry Resource Handbook- a seed bank of best practices”*, Biomimicry Institute ,2013, Missoula , MT



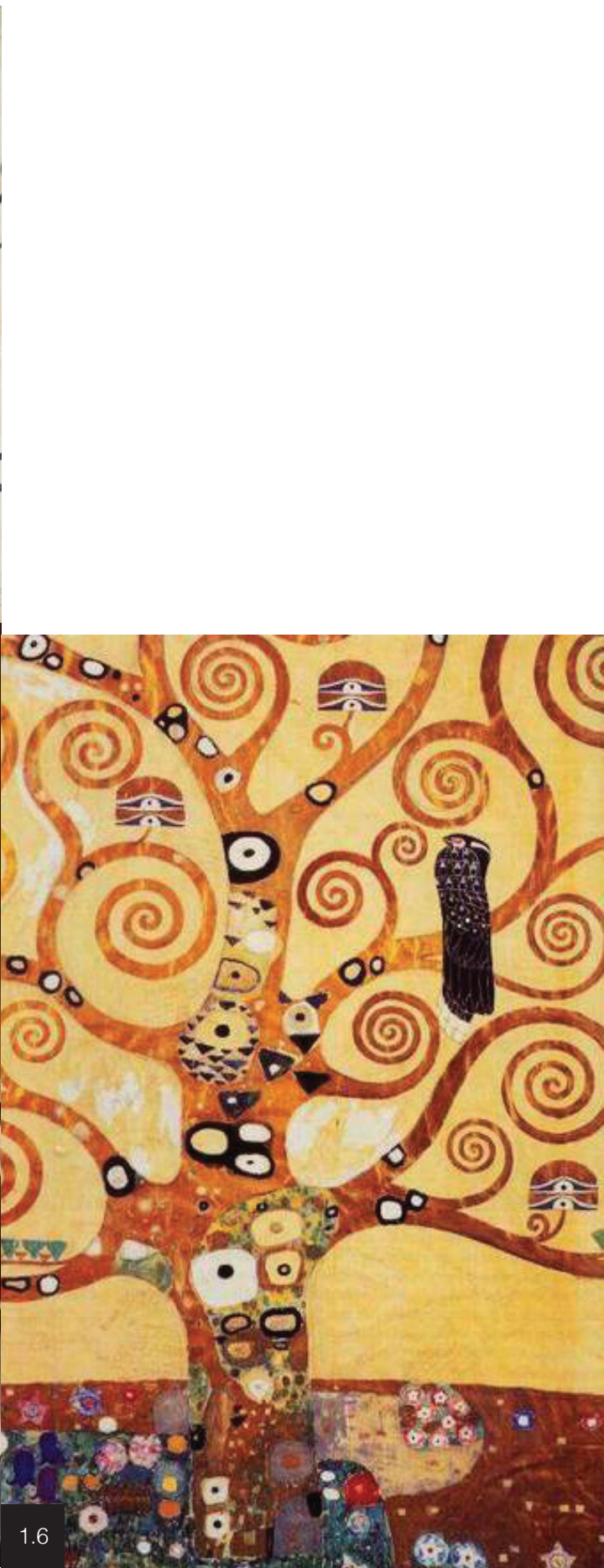
1.3



1.4



1.5



1.6



1.7



1.8



1.9



1.10



1.11



1.13



1.12



1.14



1.15



1.16



1.17

1.18



- 1.1
Chamaeleonidae, Camaleonte
(<http://it.hdscreen.me/>)
- 1.2
Asio otus, Gufo grigio
(<http://www.fotopedia.com/items>)
- 1.3
Christopher Dresser,
Schema per lezione botanica, 1855.
(<http://www.vam.ac.uk/users/node/5654>)
- 1.4
Henry van de Velde
"Vaso", 1902.
(<http://www.deltacollege.edu/emp/jbarrows/Style.html>)
- 1.5
Art Nouveau, Barcellona.
(http://www.paesionline.it/europa/spagna_barcellona)
- 1.6 Gustav Klimt
"Albero della Vita", 1905-1909.
(<http://www.writedesignonline.com/Prompts/Klimt.html>)
- 1.7
Ross Lovegrove
"Hu" per Issey Miyake ,2008.
(<http://www.rosslovegrove.com/>)
- 1.7
Ronan & Erwan Bouroullec
"Alge", Vibra 2004.
(<http://www.einrichten-design.de/>)
- 1.9
Ronan & Erwan Bouroullec
"Sedia Vegetal " per Vitra 2008.
(<http://www.teklic.hr/>)
- 1.10
Frank Lloyd Wright
"Casa Sulla Cascata", 1939.
(<http://www.blogferretticasa.com/>)
- 1.11
Revital Cohen
"Ventilation Dog", 2008.
(<http://www.dezeen.com>)
- 1.12
Susana Soares
"Bees", 2009.
(<http://www.susanasoares.com>)
- 1.13
Mathieu Lehanneur & Davide Edwards
"Andrea" purificatore per l'aria, 2009.
(<http://www.mathieulehanneur.fr/>)
- 1.14
Mathieu Lehanneur
"Local River", 2008
(<http://www.mathieulehanneur.fr/>)
- 1.15
Revital Cohen
"Life Support-Dialysis Sheep", 2009.
(<http://www.dezeen.com>)
- 1.6
G Wieki Somers

"High Tea Pot", 2003.
(<http://wendyhelpsmadesignermaker.blogspot.it/>)

1.7

Jelte van Abbema

"Symbiosis", 2009.
(<http://www.dezeen.com/>)

1.8

Jelte van Abbema

"Symbiosis", 2009.
(<http://www.dezeen.com/>)

2

Imparare dalla vita



Il termine biomimetica letteralmente significa imitazione della vita, "bios".
Ma per quale motivo aspiriamo ad imparare dalla vita?
E che cosa esattamente vorremmo imparare?

La vita grazie alla sua continuità si è dimostrata un meccanismo di successo, in quanto l'assenza di vita è un segnale che questo ha fallito.

Tale meccanismo è un sistema complesso composto da determinate condizioni che a loro volta richiedono altri presupposti per esistere. Frattanto è la vita stessa che riesce a creare queste condizioni e garantire la propria continuità. È un sistema aperto ed interconnesso, ovvero un sistema dove un successo locale potrebbe portare ad un successo globale, anche quando apparentemente non ne vediamo la connessione.

Noi stessi siamo parte di tale sistema e le nostre azioni influenzano il suo funzionamento. Ecco perché dovremmo rientrare nel meccanismo della vita, seguire le sue regole e garantire la continuità.

Questo capitolo riporta uno studio ed analisi della vita come sistema di riferimento. Per capire i principi da seguire si andrà innanzitutto a capire cosa si intende per vita. Successivamente si indagherà la tipologia di sistema e quali sono le dinamiche e le correlazioni in un sistema così complesso. In fine verranno riportati i principi della vita semplificati in uno strumento di riferimento e di valutazione per il design.

2.1

Bios

In biologia la vita è la condizione propria della materia vivente, che la distingue dalla materia inanimata.

“...Il definire la natura dell'entità chiamata “vita” è stato uno dei maggiori obiettivi della biologia. La questione è che “vita” suggerisce qualcosa come una sostanza o forza, e per secoli filosofi e biologi hanno provato ad identificare questa sostanza o forza vitale senza alcun risultato.[...] In realtà, il termine vita, è puramente la reificazione del processo vitale. Non esiste come realtà indipendente...”¹

Per definire che cos'è la vita e che cos'è un organismo vivente bisognerebbe innanzitutto capire che un organismo vivente è in grado di contenere informazioni. Il fisico Erwin Schrödinger ha mostrato che l'unico modo in cui la struttura base di un organismo (gene) può mantenere l'informazione è una molecola di un *“cristallo aperiodico”* ovvero una struttura stabile e replicabile, fatta di elementi ripetuti, ma aperiodica, cioè non totalmente ordinata e prevedibile, bensì basata su una sequenza variabile, tale da poter codificare le informazioni ereditarie per i diversi organismi. Questo cristallo è quello che oggi definiamo DNA.

Schrodinger definisce un sistema vivente come *“un sistema termodinamico aperto, in grado di mantenersi autonomamente in uno stato energetico di disequilibrio stazionario e in grado di dirigere una serie di reazioni chimiche verso la sintesi di se stesso”²* Gli organismi viventi devono essere in grado di prelevare energia dall'ambiente per sostituire l'energia che perdono. Questo è ciò che in biologia è stato riconosciuto nei fenomeni di *metabolismo* e *omeostasi*.

La definizione di Schrodinger non è ancora del tutto accettata dalla scienza; Ma non vi è un'altra definizione più precisa. Bensì vi sono alcune caratteristiche che indicano la presenza di vita ma non sono indispensabili per definirla:
Omeostasi: la tendenza naturale al raggiungimento di una relativa stabilità interna delle proprietà chimico-fisiche.

Metabolismo: trasformazione di materia che varia la condizione energetica.

1 Ernst Mayr, *“The Nature of Life : Classical and Contemporary form Philosophy and Science: What is the meaning of “Life”?*”, Cambridge University Press, 2010

2 Erwin Schrödinger cit.in, *“Che cos'è la vita”*, Adelphi, Milano, 1995 Giorgio Grasselli, Dipartimento di Biologia, Università di Roma “Tor Vergata” Istituto di Neuroscienze Sperimentali, Fondazione Santa Lucia, IRCCS, Roma

Crescita: sfruttare energia accumulata in sviluppo.

Integrazione con l'ambiente: risposta appropriata agli stimoli provenienti dall'esterno.

Riproduzione: generazione di altri individui della stessa specie.

Adattamento: se viene applicato lungo delle generazioni costituisce il fondamento dell'evoluzione.

Queste caratteristiche mostrano come la vita per definizione è in grado di creare condizioni per la vita e dare una continuità di evoluzione. Infatti grazie a questi meccanismi la vita sulla Terra si è evoluta e sopravvissuta più di 3.8 bilioni di anni. La vita è un sistema complesso che la scienza continua a studiare ed analizzare. Ma una cosa è certa; è un sistema di funzionamento eccezionale testato dal tempo. Questo è il principale motivo per la nascita della biomimetica. *“La vita è per noi un mentore, modello e riferimento”.*³

³ Dayana Baumeister Ph.D. With Rose Tocke, Jamie Dwyer, Sherry Ritter, Janine Benyus, *“The Biomimicry Resource Handbook- a seed bank of best practices”*, Biomimicry Institute ,2013, Missoula , MT

2.2

Il Sistema della Vita

Per ottenere una biomimesi, occorre innanzitutto analizzare e capire il funzionamento del sistema della vita.

Se le sei caratteristiche presentate precedentemente (Omeostasi, Metabolismo, Crescita, Integrazione con l'ambiente, Riproduzione, Adattamento) stabiliscono la presenza di vita, con la finalità di ottenere criteri per la progettazione, o più specificamente per la biomimesi, bisognerà definirli dal punto di vista metodologico, rifacendosi alla similitudine con il ciclo di vita di un manufatto.

Per iniziare, basandosi sulla *Teoria Generale dei Sistemi* di Ludwig Von Bertalanffy, definiamo la vita come un *sistema aperto* ovvero un sistema che istituisce scambi ed interrelazioni con l'ambiente circostante. Per Von Bertalanffy un sistema è un complesso di parti le quali, dotate di determinate connotazioni, istituiscono tra loro relazioni, tale che il comportamento di ciascuna di esse risulta contraddistinto dal legame in cui è coinvolto e viceversa. Tutte insieme conferiscono al sistema delle proprietà del tutto originali, ovvero diverse dalla somma delle singole parti.

Ne deriva che il singolo elemento di un sistema, va esaminato in riferimento al comportamento di tutti gli altri e quindi a quella dell'intero sistema. Per cui la variazione introdotta in una componente influenza il funzionamento di tutto il sistema quanto il comportamento delle componenti. Pertanto i sistemi sono generalmente composti da altri sottosistemi strutturati in relazione gerarchica fra di loro.

Ludwig Von Bertalanffy, definisce 4 principali proprietà che caratterizzano i sistemi aperti in generale e la vita in particolare; ⁴

- La **“Totalità”**: Ogni parte di un sistema è in rapporto tale con le parti che lo costituiscono, che qualunque cambiamento in una parte causa un cambiamento in tutte le parti e in tutto il sistema.
- **“Non-sommatività”**: Un sistema non è la somma delle sue parti. Pertanto l'analisi di segmenti isolati non porterebbe alla comprensione dell'intero sistema.

4 Secondo Von Bertalanffy L., *“Teoria generale dei sistemi. Fondamenti, sviluppi, applicazioni”*, ILI, 1968

- ***“Retroazione”***: La capacità di autoregolarsi tenendo conto degli effetti scaturiti dalla modificazione dei dati in ingresso. Se la retroazione è positiva essa provoca un cambiamento, per cui si perde stabilità ed equilibrio. Se la retroazione è negativa essa utilizza i dati in ingresso in modo tale da mantenere lo stato stazionario del sistema.
- ***“Equipfinalità”***: Uno stesso scopo può essere ottenuto in diversi modi.

2.3

“Life’s Principles”

Gli scienziati hanno lavorato per secoli cercano di identificare come funziona la natura, per scoprire il segreto della sopravvivenza, svelare i misteri della vita e capire il funzionamento di tale sistema per ottenere un modello dal quale imparare.

Janine Benyus ha impostato la domanda in modo diverso, ha cercato di identificare i principi evidenti che rendono la vita un meccanismo di successo, allo scopo ben chiaro di ottenere un riferimento per la progettazione.

In primo luogo la biologa statunitense ha realizzato che tale successo è dovuto al fatto che la vita stessa crea condizioni per generare vita.

Di conseguenza cercò di capire quali sono i principi grazie ai quali la vita riesce a garantire la propria continuità. Nel suo libro *“Biomimicry: Innovation Inspired by Nature”* di 1997, definisce i 9 *“Life’s Principles”*.che nel 2010 vengono sintetizzati in 6 e raffigurati in un diagramma ben preciso di riferimento.

*“Life’s Principles are intended to represent natural’s strategies for sustainability, that is how life has sustained on Earth for 3.85 billion years.... Life on Earth is made up of an ever changing incredibly complex network of interconnected, Interdependent organisms-including everything from the amoeba to zebra. Some from of life has managed to sustain itself on Earth for the past 3.85 billion years, through ice age tsunamis volcanoes and steroids. This means that life has survived 3.85 billion years of trial and error 3.85 billion years of testing , and 3.85 billion year of rigorous selection that has resulted in 99.9% failure rate. Only 1/10 of 1% of species that have never lived on Earth survive today. Nature has some pretty high quality control standards.”*⁵ Pertanto i principi della vita, sono le strategie per la valutazione e l’attivazione di un sistemica sostenibile.

Oggi per la Biomimicry 3.8, i principi della vita vengono considerati uno dei strumenti più significativi per la biomimesi. Ne hanno dedicato un capitolo intero nel loro ultimo manuale: *“Biomimicry Resource Handbook”*; *“this section goes deep into our most comprehensive tool. It’s found near the beginning of the handbook because it’s the most important and influential component of biomimicry.”*⁶

5 Dayana Baumeister Ph.D. With Rose Tocke, Jamie Dwyer, Sherry Ritter, Janine Benyus, *“The Biomimicry Resource Handbook- a seed bank of best practices”*, Biomimicry Institute ,2013, Missoula , MT

6 Dayana Baumeister Ph.D. With Rose Tocke, Jamie Dwyer, Sherry Ritter, Janine Benyus, *“The Biomimicry Resource Handbook- a seed bank of best practices”*, Biomimicry Institute ,2013, Missoula , MT

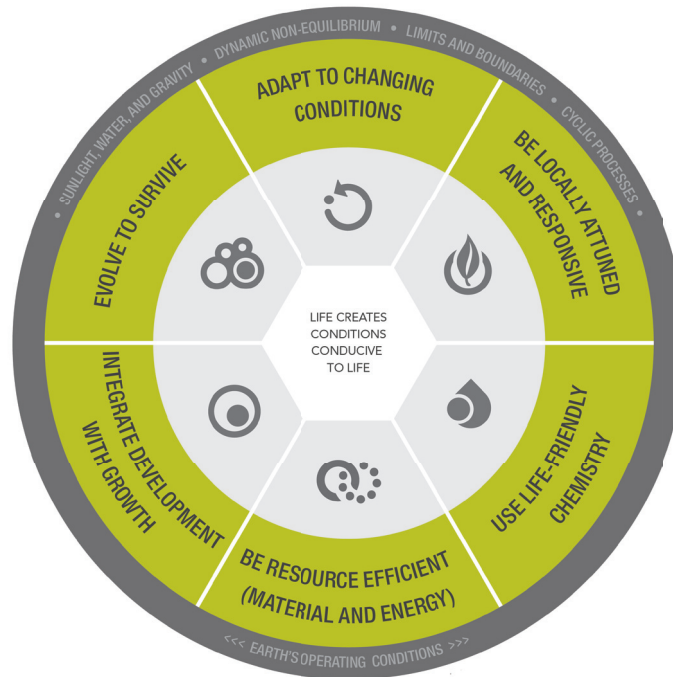
Per integrare il genio della natura in un progetto ed ottenere la riconnessione fra l'uomo e la natura occorre allora seguire i principi della vita. Questi ultimi sono stati definiti basandosi sulle caratteristiche della vita e le proprietà dei sistemi aperti. Interpretati in modo da fornirci uno strumento di riferimento per la progettazione con il chiaro obiettivo di integrare i nostri progetti in tale sistema e garantirne la continuità.

2.4

“Life’s Principles”

Biomimicry Design Lens

Di seguito una dettagliata spiegazione del diagramma intitolato “*Life’s Principles - Biomimicry Design Lens*” ideato dalla biomimicry 3.8. e descritto nel capitolo “*Life’s Principles*” del manuale “*The Biomimicry Resource Handbook- a seed bank of best practices*”, di Dayana Baumeister Ph.D. With Rose Tocke, Jamie Dwyer, Sherry Ritter, Janine Benyus, Biomimicry Institute ,2013, Missoula , MT
Il diagramma unisce i principi della vita in una guida che permette di applicarli nel mondo dei artefatti.



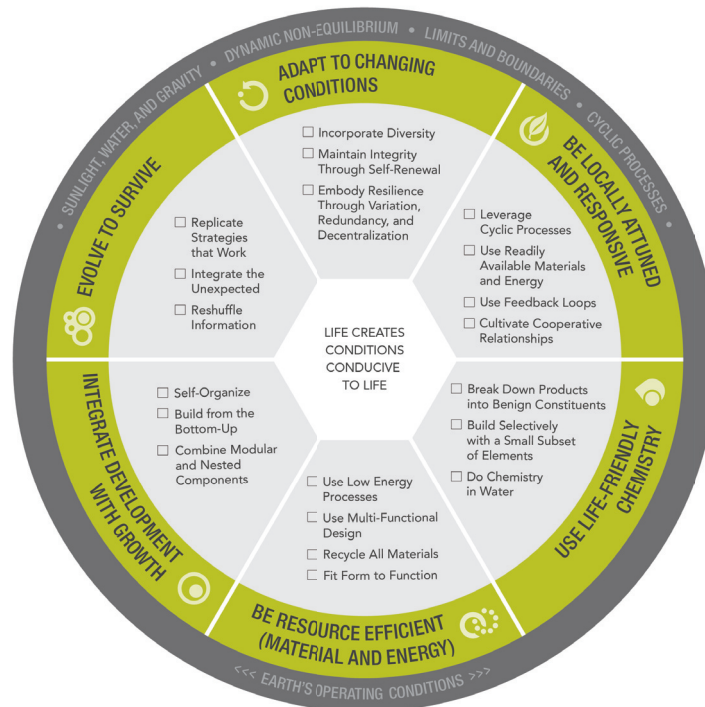
© 2013 Biomimicry 3.8

Licensed under Creative Commons BY-NC-ND. Life's Principles g6

Il diagramma è una rappresentazione sintetica del sistema interconnesso dei principi della vita. È diviso in 3 livelli (rappresentati da 3 cerchi; l'uno dentro l'altro). Al livello più interno appare la scritta; “*Life creates condition for life*” ed è l'obiettivo aspirazionale e la proprietà emergente dai principi della vita. Al livello più esterno sono scritti i 6 principi della vita:

- *Evolve to survive*
- *Adapt to changing conditions*
- *Be locally attuned and responsive*
- *Use life-friendly chemistry*
- *Be resource efficient (material and energy)*
- *Integrated development with growth*⁷

Nel livello intermedio invece, vi è una spiegazione di come la vita mette in pratica talli principi.



© 2013 Biomimicry 3.8
Licensed under Creative Commons BY-NC-ND. Life's Principles g6

⁷ Dayana Baumeister Ph.D. With Rose Tocke, Jamie Dwyer, Sherry Ritter, Janine Benyus, “*The Biomimicry Resource Handbook- a seed bank of best practices*”, Biomimicry Institute ,2013, Missoula , MT

2.4.1

Evolve to Survive

Evolvere per dare continuità alla vita.

La vita è in un'interrotta evoluzione; continua ad integrare e incorporare informazioni allo scopo di garantire durevoli prestazioni. L'evoluzione è un cambiamento permanente che garantisce una sopravvivenza di una specie sulla Terra. Non si tratta di un adattamento locale a delle condizioni mutevoli, ma una risposta a livello genetico, strutturale, ad un cambiamento globale. La dove l'evoluzione non accade con successo la vita non passa la "selezione naturale" e si interrompe.

Vediamo per esempio i batteri resistenti ai antibiotici; Gli antibiotici sono la nostra principale arma per combattere le infezioni di origine batterica, ma da diversi anni stiamo assistendo a una vera e propria controffensiva. Grazie alla capacità evolutiva propria delle specie viventi, alcuni batteri hanno sviluppato una resistenza a questi farmaci permettendo di sfuggire dalla loro azione.

Come accade l'evoluzione?

"Replicate Strategies that Work" - Ripetendo strategie ed approcci di successo. Le informazioni e le strategie di successo passano alla prossima generazione a volte per osservazione, a volte per via di mutamenti genetici. Così ad esempio alcuni predatori per generazione insegnarono i loro figli come cacciare, diventando un loro istinto naturale per via genetica.

"Integrate the Unexpected" - Inserimento di errori in modi alternativi per un eventuale beneficio. La mutazione genetica o l'alterazione del DNA, sono dei errori generici ma sono quelli a generare una diversità nelle specie, in modo che un ex errore potrebbe diventare una chiave alla sopravvivenza in un contesto evoluto.

Vediamo per esempio gli elefanti che millenni di anni fa erano completamente lisci e di dimensioni minori. Grazie ad un errore genetico hanno ottenuto una pelle rugosa che permette una migliore dissipazione di calore e di conseguenza permette all'elefante di crescere e raggiungere le dimensioni che ha al giorno



d'oggi, senza soffrire di calore interno.

“Reshuffle Information” - Scambiamento ed alterazione di informazioni per creare nuove opportunità. Nella genetica lo scambio di informazione avviene tramite il processo di meiosi. Ovvero da una cellula madre si formano quattro cellule figlie, tutte diverse fra loro. La ricombinazione delle informazioni genetiche di due celle di organismi differenti, maschio femmina, produce ogni volta risultati diversi, permette la nascita ogni volta di un qualcosa di nuovo. Vediamo per esempio le numerose tipologie di mele, sono tutte rimescolanze di diverse informazioni.

2.4.2

Adapt to Changing Conditions

Rispondere appropriatamente ad un contesto in mutamento.

Gli esseri viventi molte volte si aggiornano allo scopo di ottenere una costante confortevole relazione con l'ambiente. Si adattano quindi al contesto. L'adattamento è una variazione di strategia a lungo termine, dovuta ad un cambiamento delle circostanze. Così ad esempio il pelo degli animali artici come la volpe o la lepre artica per questione di camouflage, con l'arrivo della neve gradualmente si trasforma in completamente bianco.

Come accade l'adattamento ai mutamenti?

“Incorporate Diversity” - Incorporando la diversità. In quanto essa è una caratteristica naturale dovuta alla variazione del DNA. Quando la diversità è incorporata in una singola creatura come molteplici forme, sistemi o processi quest'ultima ne estrae dei vantaggi. Vediamo per esempio l'*Extatosoma tiaratum* (l'insetto foglia secca) cambiando forma dimensione e colore ha tre possibili modi di camouflage.

“Maintain Integrity through Self-Renewal” - Aggiungendo continuamente energia e materia per curare e migliorare un sistema. Nell'assenza di un costante mantenimento, un sistema tende a muoversi verso il disordine.

Gli organismi viventi senza un sistema di costante rifornimento di energia e materia, allo stesso modo, tendono ad indebolirsi e viceversa; il costante mantenimento li da forza.

Così ad esempio i corni dei rinoceronti, anche se sono di un materiale non vivente, tendono, grazie ad una particolare proteina, nel caso di una frattura ad auto-mantenersi e ricrescere.

“Embody Resilience through Variation, Redundancy and Decentralization” - Mantenendo le funzioni anche in seguito ad un disturbo ovvero recuperando. La capacità di recupero spesso dipende dai componenti del sistema e al intercessione fra di loro; se una parte di un sistema fallisce, un'altra parte può sostituirlo a breve o lungo termine.

Per via dell'imprevedibile carattere dei disturbi, i cambiamenti di strategia possono aiutare alcune parti del sistema a resistere ma al tempo stesso perderne altre. Così per esempio quando i batteri attaccano in modo imprevedibile il nostro corpo, il sistema immunitario diventa un sistema di recupero.

2.4.3

Be Locally Attuned and Responsive

Adattarsi all'ambiente circostante.

Le possibilità di sopravvivere crescono quando si analizza e si sfrutta al meglio le risorse locali. Un buon esempio sono i coleotteri del deserto conosciuti anche come il coleotteri delle nebbie. È un scarabeo che vive nel deserto e visto l'assenza dell'acqua sfrutta l'umidità mattiniera, mettendosi nel punto più alto delle dune, dove è maggiore la densità del acqua in aria, si posiziona in modo da scontrare più acqua possibile sul proprio corpo. Grazie alle zone idrofobe sul suo corpo l'acqua gli scivola direttamente in bocca.

Come accade l'adattamento all'ambiente circostante?

“Leverage cyclic processes” - Estrae i vantaggi da fenomeni che si ripetono. Per esempio i chiroteri (conosciuti come pipistrelli) conoscendo il ciclo di



fioritura della *Carnegiea gigantea* (il Saguaro Cactus), lo seguono nelle loro migrazioni, ovvero sanno di tornare al caldo quando il cactus dà i fichi d'india. **“Use Readily Available Materials and Energy”** - Usando i materiali e le energie disponibili negli introni. Un buon esempio è quello dell'*infruttescenza del Tarassaco* che diffonde i suoi semi e si riproduce sfruttando il vento.

“Use Feedback Loops” - Ricevendo dei feedback per le proprie azioni si analizzano i risultati e si adattano i comportamenti. Un esempio può essere la percezione di un pericolo e la conseguente reazione.

“Cultivate Cooperative Relationships” - Creando delle collaborazioni che traggono dei benefici per tutti coloro che ne fanno parte. Così ad esempio la nidificazione a colonie di alcuni uccelli li rende più forti e più sicuri.

2.4.4

Integrate Development with Growth

Integrare sviluppo e crescita.

La crescita può fornire nuove o migliori risorse o una posizione migliore, e dare maggiore stabilità ad un'entità. La crescita è una necessità che però, richiede un buon equilibrio con lo sviluppo.

Lo sviluppo è l'investimento in infrastrutture specifiche al contesto e alle necessità funzionali, creando una base sulla quale la crescita può avvenire. L'esempio più evidente è il passaggio dal ovulo alla formazione di un altro essere umano. Le fasi di sviluppo comportano una differenziazione cellulare in organi, simmetria bilaterale, ossa, tessuti, ecc. Durante la fase di crescita, ognuno di questi aumenta di dimensioni, fino a formare il bambino nel grembo materno. Lo sviluppo conduce ad una ulteriore differenziazione e specializzazione delle cellule. Questa ottimizzata integrazione continua anche fuori da grembo materno.

Come riesce la natura ad integrare i due processi?

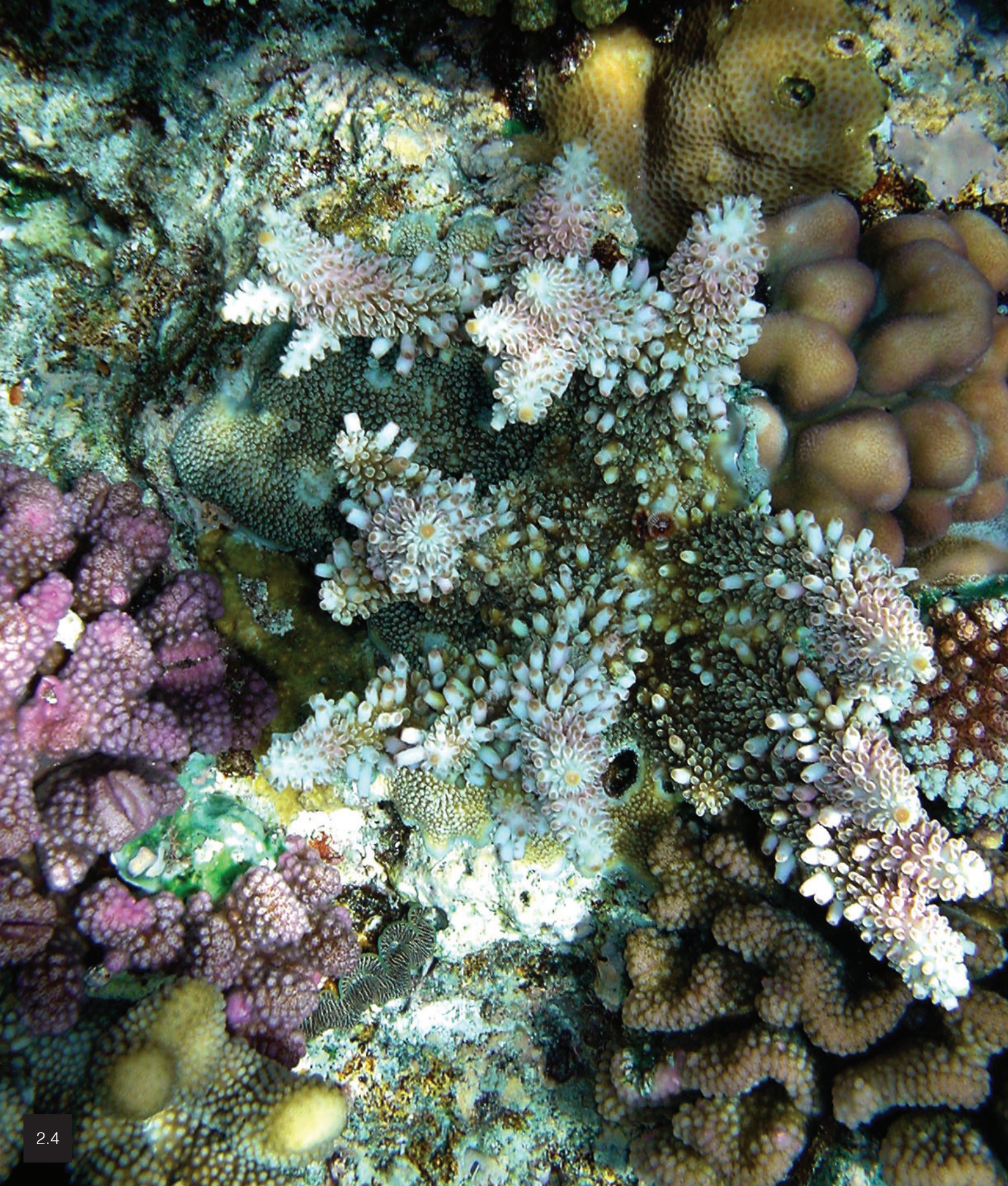
“Self Organize” - Creando delle condizioni che permettono ai componenti di interagirsi con il contesto attraverso un sistema “arricchito”, in quanto l’auto organizzazione di un modello o sistema accade quando gli individui agiscono per il proprio interesse.

Un esempio è il sistema auto organizzato che si forma nelle *Mangrovie*, delle formazioni vegetali, costituite da piante prevalentemente legnose, che si sviluppano sui litorali basi delle coste marine tropicali.

Un seme di una Mangrovia galleggia fino a quando incorpora in una zona poco profonda, in cui esso germoglia radici e cresce in un albero. Sabbia e detriti che si depositano tra le radici raccattando più semi che a loro volta crescono in un albero. Quando l’isola mangrovie diventa più grande, essi forniscono un nido per un grande numero di animali marini, che attirano gli uccelli che approfittano dei nuovi territori di caccia. Essi forniscono depositi ricchi di azoto nel terreno. L’arricchimento del terreno crea così una maggiore crescita vegetale del isola e così via.

“Build From the Bottom Up” - Assemblando i componenti uno alla volta. Partendo dalle soluzioni semplici dei problemi di base e fino ad arrivare un passo alla volta allo sviluppo complessivo. Come vediamo nell’evoluzione di singole cellule in organismi multi cellulari. Il processo “Bottom Up” permette alle parti di un nuovo sistema di evolvere a loro volta in relazione ad un contesto locale. Se analizziamo lo sviluppo di una barriera corallina vediamo come ci sono diverse specie di coralli, che a loro volta fanno parte di un gruppo di polipi di una specie, composti da cellule con incorporate cellule di alghe. La barriera corallina si dimostra come un ecosistema che si sviluppa da un polipo posizionato su una roccia, per piano piano costruire l’intero sistema dal basso verso l’alto.

“Combine Modular and Nested Components” - Assemblando piccole unità in grandi unità, andando dal semplice al complesso in modo organizzato. Le comunità cellulari sono costruiti sulla realizzazione dei nostri antenati unicellulari. Ma anche all’interno di una cellula, si ripetono unità di DNA e le membrane cellulari sono assemblate da molecole bipolari. Questa ripetizione di ciò che si è dimostrato funzionale risparmia tempo ed energia.



2.4.5

Be Resource Efficient (Material & Energy)

Approfittare abilmente e conservativamente delle risorse e delle opportunità.

Le risorse utilizzate per la creazione di entità viventi e non, sono sia materiche che energetiche e di informazione. La vita utilizza queste risorse in modo efficiente vuole dire che la vita è in grado di eseguire e di funzionare con la minore perdita di tempo, sforzo e risorse.

Vediamo per esempio gli uccelli che a differenza di altri animali hanno le ossa cave. Eliminando così le cellule ossee là dove non sono necessarie. Questa struttura alleggerita, permette agli uccelli di volare. Infatti se analizziamo i pinguini e i struzzi che non sono in grado di volare, hanno le ossa solide.

Come fa la vita a sfruttare al massimo le risorse?

“Use Multi-Functional Design” - Unendo diversi bisogni in una soluzione.

Osservando le anatre che si puliscono possiamo vedere un esempio di una strategia con tante funzioni. Pulendosi mantengono la loro igiene ma a tempo stesso rilasciano un olio che impermeabilizza le piume e inumidisce il becco. Questo stesso olio con la presenza del sole si trasforma in vitamina D e aiuta a mantenere la salute dell'anatra.

“Recycle All Materials” - Incorporando tutti i materiali da qualche parte nel sistema.

Le foglie che cadono dagli alberi vanno a finire in due sistemi chiusi. Anzitutto l'azoto e la clorofilla vengono riassorbiti dalle foglie per produrre energia per un'ulteriore crescita. E le foglie stesse che hanno una struttura a base di carbonio e idrogeno vanno invece a fare parte di un altro sistema dove coinvolgono gli abitanti della Terra come batteri, funghi e insetti.

“Fit Form to Function” - Creando e selezionando forme e modelli appropriati ai bisogni, adatte alle funzioni e ai contesti. Così le diverse forme delle ali degli uccelli sono adatte a diversi tipi di volo. Per esempio ali corte ma appuntite

sono migliori per scatti veloci, ali corte e arrotondate per effettuare manovre strette. Gli uccelli che si librano hanno le ali di dimensioni elevate, mentre le ali di uccelli che planano hanno profonde scanalature sulla punta.

2.4.6

Use Life-Friendly Chemistry

Usare la chimica che supporta i processi della vita.

La biochimica è il processo d'assemblaggio di molecole allo scopo di ottenere determinate funzioni. È la spina dorsale della vita. La chimica della vita si verifica quasi sempre nelle zone vicine agli organismi o sui loro propri corpi. Non li danneggia.

Quando la vita si trova a creare delle tossine, queste ultime sono prodotti selettivi, che non danneggiano ma funzionano a livello locale, e si creano solo nelle quantità necessarie. Ciò dimostra nuovamente che la chimica come viene applicata dalla vita crea condizioni favorevoli alla continuità di se stessa.

Come si usa la chimica favorevole alla vita?

“Break Down Products Into Benign Constituents”- Scomponendo i prodotti in sostanze benigne.

Delle volte, la dove è necessario, la vita crea delle sostanze tossiche. A differenza dalle nostre sostanze chimiche, esse una volta compiuta la missione si scompongono in sostanze benigne. Vediamo per esempio i serpenti velenosi. Il loro veleno colpisce il sistema immunitario delle vittime ma non loro, in quanto riescono poi a mangiare la preda. Questo vuole dire che i serpenti riescono a scomporre le tossine del loro veleno.

“Build Selectively With a Small Subset of Elements” - Assemblando relativamente pochi elementi. La natura utilizza gli elementi che trova localmente. Mediamente essa utilizza i seguenti elementi della tavola periodica: carbonio, idrogeno, ossigeno, fosforo, calcio, magnesio, ferro, rame e zinco. Questi



pochi elementi danno luogo a un incredibile varietà di forme di vita.

“Do Chemistry in Water” utilizzando l’acqua come solvente. Visto che essa è il solvente più economico, sicuro e meno tossico. L’acqua risulta un ottimo solvente perché si lega con qualsiasi molecola che ha una carica elettrica. Non importa se la sostanza ha una carica completa (ione) o una carica parziale (molecola polare). La vita fa questo soprattutto se l’uso di membrane polari all’esterno e non polari all’interno. L’esterno polare permette quindi di mescolare bene con l’acqua, mentre l’interno non polare fornisce “rifugio sicuro” per le parti non polari dei composti complessi come proteine ed enzimi.

2.1

Infruttescenza di tarassaco

(<http://it.hdscreen.me/>)

2.2

Elefante

(<https://nhes.wordpress.com/2012/01/>)

2.3

Onymacris unguicularis, Coleottero delle nebbie.

(<http://econet.ru/>)

2.4

Barriera corallina

(<http://nofishleft.wordpress.com/>)

2.5

Chroicocephalus ridibundus, gabbiano comune

(<http://it.wikipedia.org/>)

3

Metodologia progettuale

La pratica della biomimesi non include solo l'emulazione della natura al livello strategico, come banalmente siamo portati a pensare. La biomimesi prevede un' emulazione di tutto il sistema naturale.

Nel biomimicry 3.8 sono stati definiti 3 elementi essenziali da considerare necessariamente per la buona riuscita del progetto biomimetico.

Ethos
(Re) connect
*Emulate*¹

3.1

Ethos

Quando si pratica la biomimetica, bisogna apprendere dalla natura dei comportamenti naturali che si possono definire giusti e moralmente leciti.

La biomimetica oltre ad essere una disciplina fisicamente applicabile, tende a trasmettere un'aspetto educativo e a diffondere la morale presente nel mondo naturale.

In natura esiste un equilibrio sviluppato durante tutta l'evoluzione, senza la necessità di regole esplicite.

Tale equilibrio ha permesso la continuità della vita. L'uomo fa parte di questo sistema; non siamo da soli su questo pianeta, dobbiamo vivere rispettando le altre specie, capire che l'unica economia giusta è quella della terra, dove le risorse potrebbero finire.

L'uomo deve riacquisire l'umiltà e capire che ha molto da imparare dalla natura. La nostra guida per raggiungere l'equilibrio con la natura è la natura stessa e i principi della vita.

¹ Dayana Baumeister Ph.D. With Rose Tocke, Jamie Dwyer, Sherry Ritter, Janine Benyus, *"The Biomimicry Resource Handbook- a seed bank of best practices"*, Biomimicry Institute ,2013, Missoula , MT

3.2

Riconnessione

Come detto precedentemente l'uomo negli ultimi secoli si è allontanato dalla natura, dalle sue regole e dal suo equilibrio. Eppure ne facciamo parte e la connessione con essa è un nostro istinto naturale.

Ci troviamo bene in ambienti naturali e in presenza di altri esseri viventi, tanto è vero che cerchiamo un legame con la natura nei nostri momenti di svago; riempiamo i nostri ambienti di piante e animali, passiamo le nostre vacanze all'aria aperta, ci dedichiamo a sport estremi, ecc.

Questo istinto viene definito "*biofilia*" che significa letteralmente amore per la vita o per i sistemi viventi. Fu' coniato la prima volta da Erich Fromm per descrivere un orientamento psicologico in cui si è attratti da tutto ciò che è vivo e vitale. Il biologo statunitense Edward O. Wilson usa il termine richiamando alla riconnessione con la natura descrivendo la biofilia come "*the connections that human beings subconsciously seek with the rest of life.*"². Wilson spiega che gli esseri umani si sono evoluti come creature profondamente connesse con la complessità della natura, e che hanno ancora questa affinità radicata nel loro genotipo.

La discontinuità nella connessione nasce quando alla nostra identità naturale si è aggiunta un'identità culturale. Quando l' "*homo sapiens*" raggiunse la capacità di comunicare a un livello tale da formare una serie di regole che gli permisero di vivere in colonie in numero superiore a quello delle altre specie, costruendo comunità sempre più grandi. Tale regole si trasformarono in culture differenti e in differenti comunità.

La cultura che abbiamo creato ci allontanò poco alla volta dalla natura. Ma sarà essa stessa lo strumento per riconnettersi, partendo dalla cultura progettuale. Per tanto la biomimetica è un richiamo a seguire il nostro istinto naturale per ritrovare nella nostra cultura e nei nostri progetti la connessione con la natura.

Giunius of biome

A livello pratico la connessione dei esseri viventi con la natura è legata ad un determinato habitat, ovvero un luogo le cui caratteristiche *abiotiche* (fisiche ed ecologiche), possono permettere ad una determinata specie di vivere,

2 Wilson, Edward O. Biophilia. Harvard University Press, 1984, Cambridge

svilupparsi, riprodursi, garantendo la qualità della vita.

Le condizioni di un habitat si possono classificare tramite la definizione di diversi biomi (bioma) che per definizione sono un'area che presenta caratteristiche ambientali omogenee su una grande estensione di territorio, in cui vive un complesso di specie vegetali ed animali adattate alle caratteristiche ambientali. *"[biò-ma] s.m. (pl. -mi) BIOL Complesso di piante e animali con caratteristiche ecologiche generali simili, che occupano con stabilità determinati ambienti".³*

Un particolare bioma viene identificato in primo luogo dalle condizioni climatiche e dal tipo di vegetazione.

L'elemento principale nella determinazione dei bioma è la latitudine, che influisce in modo decisivo sul clima, ed in particolare sulle temperature e le precipitazioni. Sono comunque importanti anche altri fattori, quali la posizione rispetto alle masse continentali e agli oceani, la presenza di catene montuose, l'altitudine, il tipo di suolo, ecc. Sono quindi strettamente legati alle fasce climatiche.

Comprendere a fondo "il genio del bioma" ci aiuterà a scegliere le soluzioni più adatte ad una determinata località ed effettuare una riconversione più sensibile con ambiente circostante.

Una ricerca del 2011, effettuata dallo studio di design, ingegneria e architettura americano, HOK, in associazione con Biomimicry 3.8. mostra come dal genio del bioma si possano estrarre strategie per la progettazione di artefatti e costruzioni.

In questo studio vi sono diversi modi per classificare i biomi sulla base di condizioni climatiche ed ecologiche. Lo studio analizza i rapporti tra 18 casistiche nei seguenti 5 parametri: Acqua, Energia, Materiali, Sociale ed Economia. Analizza la situazione attuale e le ipotetiche evoluzioni, oltre a riportare numerosi esempi e strategie.

3 Aldo Gabrielli, "Grande Dizionario Italiano, Dizionario della Lingua Italiana", Hoepli 2013

3.3

Emulate

Emulare significa riportare principi della natura nel design, o più precisamente: *“bringing the principles, patterns, strategies and functions found in nature to inform design.”*⁴

Dunque si vede nella natura un modello, un mentore o una misura di riferimento, emularlo ci aiuta ad estrarre nuove idee di progetto e processo.

Emulare, è uno dei tre elementi essenziali più intuitivi da comprendere, la chiave per entrare nell’ottica della biomimetica.

“When nature has work to be done, she creates a genius to do it.”

(Ralph Waldo Emerson)

Per capire come integrare il pensiero biomimetico al progetto, come “emulare”, rispetto alla riconnessione e all’ethos, è necessaria una metodologia chiara. Pertanto, è necessario che il processo di integrazione del pensiero biomimetico intervenga in tutte le fasi della progettazione.

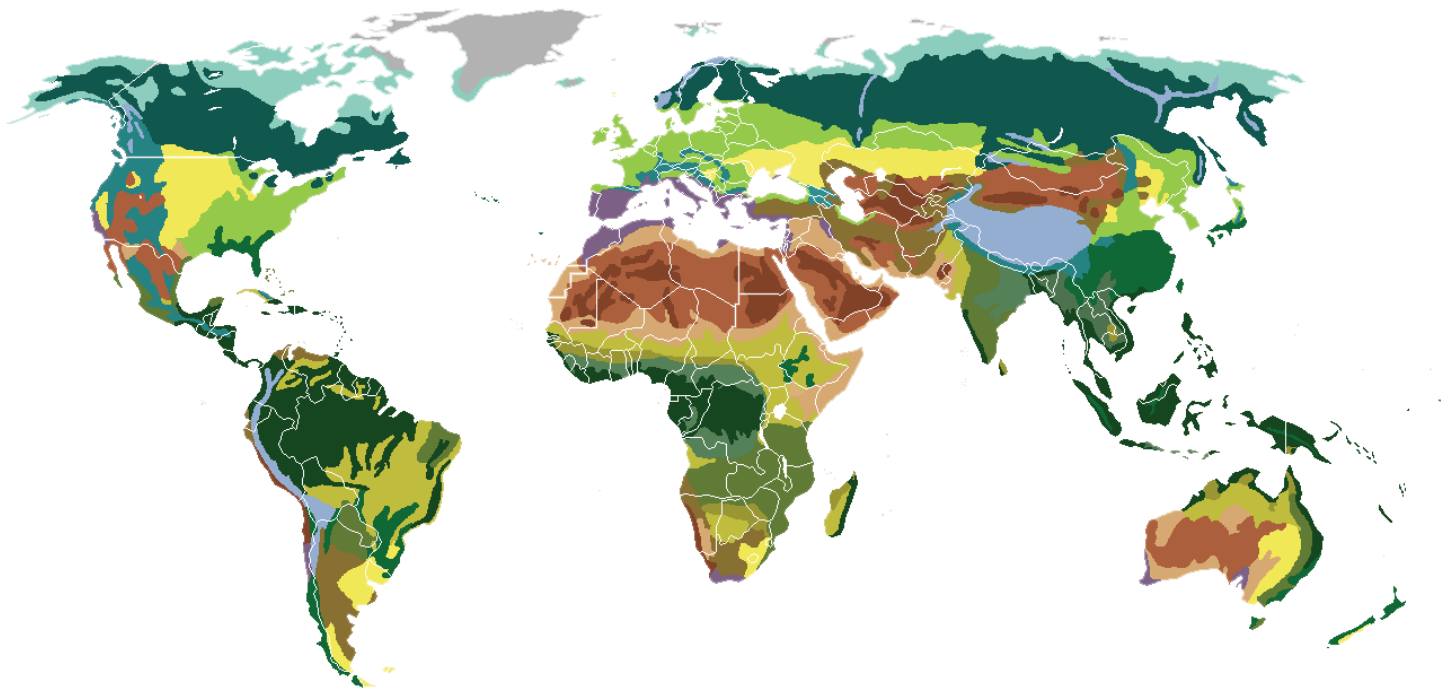
Prendendo in considerazione le seguenti quattro fasi della progettazione nel Biomimicry 3.8 è stato ideato un metodo ben preciso che include delle azioni da integrare in ogni fase della biomimesi.

Scoping, definizione dell’ambito; un esercizio che coinvolge l’identificazione preliminare del problema e contesto prima di progettare una soluzione; vengono definiti gli obiettivi, il brief e il piano di progetto, il contesto, i criteri e i vincoli.

Discovering, scoperta; il processo di ricerca esplorativa di ispirazione per il design. Si abbozzano idee e pensieri spesso attraverso brain-storming, che potrebbero servire in una fase di creazione.

Creating, creazione; un esercizio per perseguire soluzioni creative come risposta ad una sfida. Un processo che porta all’invenzione di un nuovo prodotto, una fase nella quale si mettono assieme le diverse informazioni in

4 Dayana Baumeister Ph.D. With Rose Tocke, Jamie Dwyer, Sherry Ritter, Janine Benyus, *“The Biomimicry Resource Handbook- a seed bank of best practices”*, Biomimicry Institute ,2013, Missoula , MT



un nuovo modo, in nuove soluzioni. Si idealizzano concept, si fanno schizzi, prototipi, disegni ecc.

Evaluating, valutazione; il prodotto viene messo alla prova nel tempo e in un contesto specifico. Questa è l'opportunità di rivalutare il progetto e vedere i suoi limiti e punti deboli, ripensarlo in relazione agli obiettivi.

Di seguito riporterò una sintetica spiegazione del metodo presentato nel capitolo *"Practice of Biomimicry"* del manuale pubblicato nel 2013 dal biomimicry 3.8.

3.3.1

Scoping

L'integrazione del pensiero biomimetico già in una fase iniziale di definizione dell'ambito garantisce l'andamento del progetto in una direzione bio-ispirata in riferimento al contesto della vita;

Defining the context: Nella biologia una strategia naturale che risulti di successo, è una strategia che soddisfa le necessità funzionali di un organismo in un determinato contesto nel quale vive per sopravvivere. Quando andremo a definire il brief di progetto deve essere visto ed analizzato nell'ottica del suo contesto. Quindi un progetto riuscito è un progetto che soddisfa le richieste di una determinata sfida in un determinato contesto nel quale esso deve contribuire al proprio successo.

Lo studio del contesto garantisce la valutazione di un intero sistema e conseguentemente non si pone solo la domanda di come deve funzionare il design ma di come deve funzionare in un determinato contesto.

Identifying the real challenge as a function: definire le funzioni che si vogliono ottenere in modo che in una fase successiva esse possano essere definite come domande biologiche, cercando di capire come le avrebbe soddisfatte la natura.

Setting aspirational goals using Life's Principles, incorporare i principi della vita

nella definizione dell'ambito, in modo che raggiungerli diventi un obiettivo del progetto.

3.3.2

Discovering

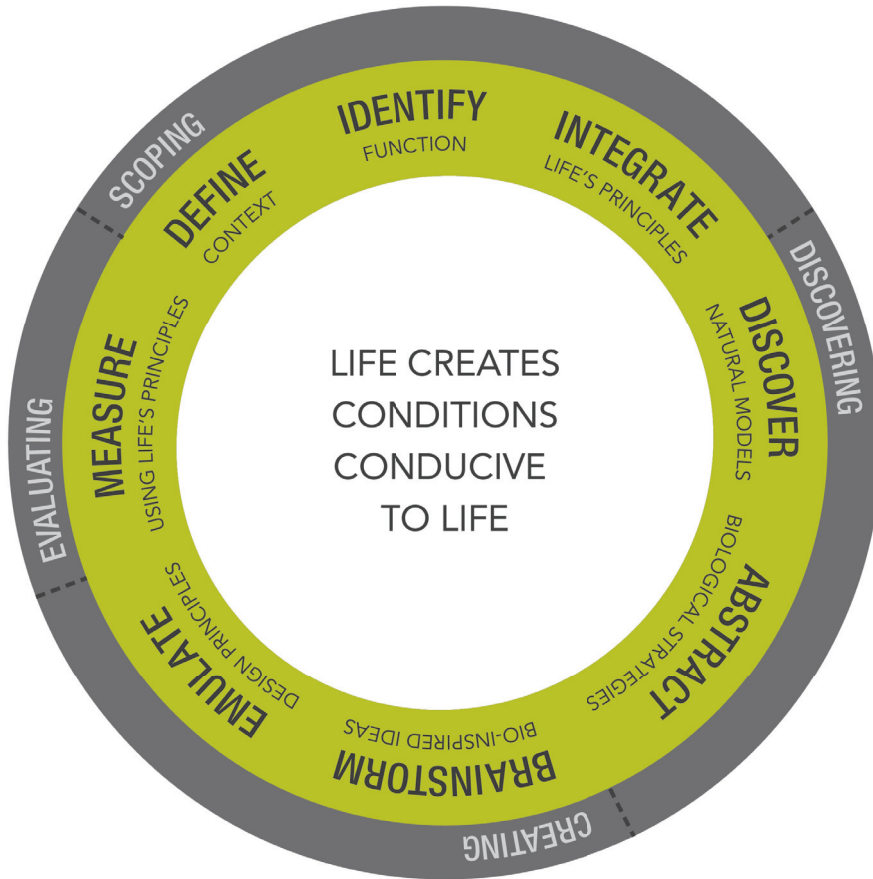
In questa fase il designer fa molte domande, cerca informazioni relative al progetto come l'analisi del comportamenti dell'utente, l'analisi del mercato e altri esempi di successo.

Molti progetti sono guidati dall'analisi del mercato, ma le innovazioni generalmente nascono al di fuori di esse. Pertanto la biomimetica offre una ulteriore fonte di ispirazione.

Biologizing the identified functions, per trovare la risposta nella natura occorre innanzitutto riformulare la domanda, chiedendosi; “come avrebbe fatto la natura per fare X?” dove X è la funzione da svolgere, e “ come la natura avrebbe fatto X dato Y e Z?”, dove Y e Z sono i vincoli del contesto. La specificazione dei vincoli è fondamentale per rendere la ricerca gestibile.

Discovering natural models, una volta che la domanda è impostata nel modo adatto, ci si può rivolgere alla natura per ricercare risposta. Lo si può fare andando ad indagare direttamente nella natura o aiutandoci con un team di studiosi e ricercatori oppure utilizzano i diversi database disponibili, come per esempio; AskNature.org, il software di Bio-Triz, riviste specializzate, ecc.

Abstracting biological strategies into design principles, la traduzione della strategia trovata in un linguaggio utile per il design. Partendo da una dettagliata osservazione ed estrazione del fenomeno naturale si passa alla traduzione in principi per il design.



© 2013 Biomimicry 3.8
Licensed under Creative Commons BY-SA. Biomimicry Thinking g6

3.3.3

Creating

In questa fase si elaborano le informazioni. Avviene l'emulazione che può essere letterale o metaforica, in relazione alle condizioni richieste e al budget del progetto. Inoltre si potranno combinare più di un principio e in alcuni invece verranno sottratti.

Brain storming bio-inspired ideas, è fondamentale non **trascurare** nessuna delle strategie trovate e valutarle tutte. L'unione di tutte le strategie e le idee in unBrain storming generale potrebbero offrire un quadro completo delle ipotesi progettuali.

Occorre selezionare e raggruppare le strategie sotto diversi titoli e scopi. Le strategie a loro volta possono essere anche dei legami e input di ogni tipologia, come per esempio; processi produttivi, strategie economiche, scambio di benefici ecc.

Emulating design principles abstracted from biological strategies, seguendo una scaletta che rappresenta i principi preselezionati si va ad approfondire determinati modelli naturali, ristudiando il loro funzionamento, capendo come possono essere tradotti nel progetto, analizzando forme, funzionamenti, materiali, ecc.; si procede al lavoro di progettazione incorporando le informazioni ottenute, usando gli strumenti comuni al mondo del design.

3.3.4

Evaluating

In questa fase di valutazione il progettista si assicura di aver progettato con la natura "in mente". È una fase di controllo di qualità. Si verifica se sono stati raggiunti gli obiettivi generali, se sono stati raggiunti gli obiettivi in termini di sostenibilità e se sono stati seguiti i principi della vita.

La verifica deve essere effettuata non solo in relazione al contesto del progetto

ma al contesto della vita, che rappresenta il contesto del progetto stesso. Questa fase potrebbe eventualmente rimandare ad un'ulteriore definizione dell'ambito, della ricerca e della progettazione.

Measuring and assessing against Life's Principles, in questa fase oltre alla valutazione generale e la messa in prova del progetto tramite prototipazione, dobbiamo riferirci ai principi della vita e domandarci se sono stati seguiti per ogni componente del progetto in modo singolo e nel complesso.

3.3.5

Il Pensiero biomimetico

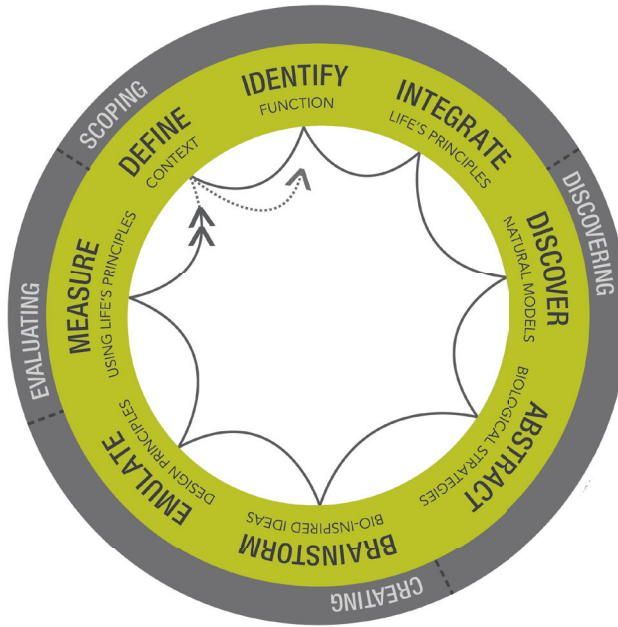
La biomimesi generalmente può avvenire due diversi iter progettuali:

Top-Down “Challenge to Biology”; ovvero ricerca di modelli biologici adeguati alla risoluzione di problemi specifici e prefissati.

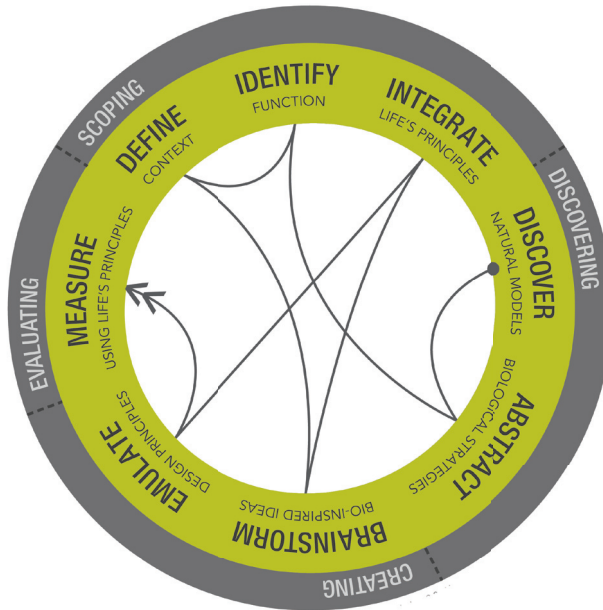
Bottom-Up, “Biology to Design” ovvero partire da una ricerca biologica basilare e in seguito rendere disponibili le intuizioni ai campi tecnologici per ulteriori approfondimenti e sviluppi.

In questo caso le azioni da eseguire per la buona riuscita del progetto sono le stesse, ma cambia la loro cronologia. In quanto si parte dalla scoperta di un modello naturale che viene sintetizzato in una strategia (*Discovering natural models, Abstracting biological strategies into design principles*), definendo la funzione che dovrà svolgere e il contesto in cui si inserirà (*Identifying the real challenge as a function, Defining the context*). Si procede a proporre delle idee di applicazione, al quale viene integrata la visione dei principi della vita (*Brain storming bio-inspired ideas, Setting aspirational goals using Life's Principles*). La fase successiva è l'emulazione (*emulating design principles abstracted from biological strategies*). Si prosegue ad una valutazione del progetto e in caso di necessità si ripete il processo (*Measuring and assessing against Life's Principles*).

“Challenge to Biology”



“Biology to Design”



© 2013 Biomimicry 3.8

Licensed under Creative Commons BY-SA. Biomimicry Thinking g6

3.3.6

BioTRIZ

Un altro metodo che inevitabilmente ha molti punti in comune con il metodo sopra descritto fu sviluppato a partire da 2001 dal gruppo di ricerca del Center for Biomimetic and Natural Technologies dell'università di Bath, coordinato da Julian Vincent. È stato sviluppato uno strumento metodologico per il progetto biomimetico che consiste nel trasferimento del metodo TRIZ *“Teoriya Resheniya Izobretatilsikh Zadach”* che in russo vuole dire: metodo per la soluzione di compiti creativi. Questo metodo è messo in pratica per favorire il trasferimento di informazioni dall' ingegneria ad altre discipline. Il sistema sviluppato a Bath è stato denominato Bio-TRIZ. Lo strumento è in pratica un data base che consente di accedere attraverso una ricerca tematica a delle soluzioni trovate in natura.

L'obiettivo dello strumento Bio-TRIZ è di consentire ad un pubblico non specializzato di riscontrare, con un certa disinvoltura fenomeni naturali che coniugano proprietà meccaniche, fisiche, sociali, ecc.

Il data base prevede l'integrazione di 5 dimensioni:

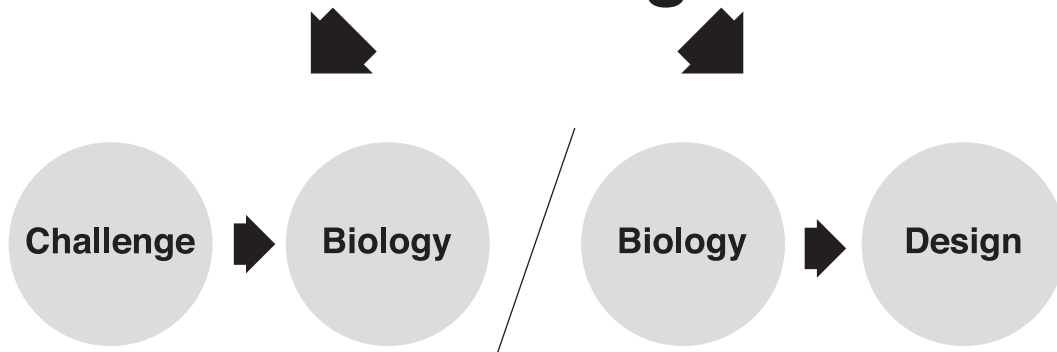
- l'oggetto e le sue componenti
- lo scopo ultimo dell'azione
- l'ambiente in cui l'oggetto opera
- i limiti e le cause dell' azione
- le risorse ed i sistemi ausiliari coinvolti

Nel 2008 è nato il Bio-TRIZ Ltd, fondato da ricercatori del Center for Biomimetic and Natural Technologies dell'Università di Bath; Nikolay Bogatyrev, Olga Bogatyreva e Mike Bogatyrev. Il Biotriz Ltd offre lezioni, corsi e workshop per progettisti e aziende esplorando una metodologia di innovazione bio- ispirata, che ha origini nel metodo sviluppato nell' Università di Bath.

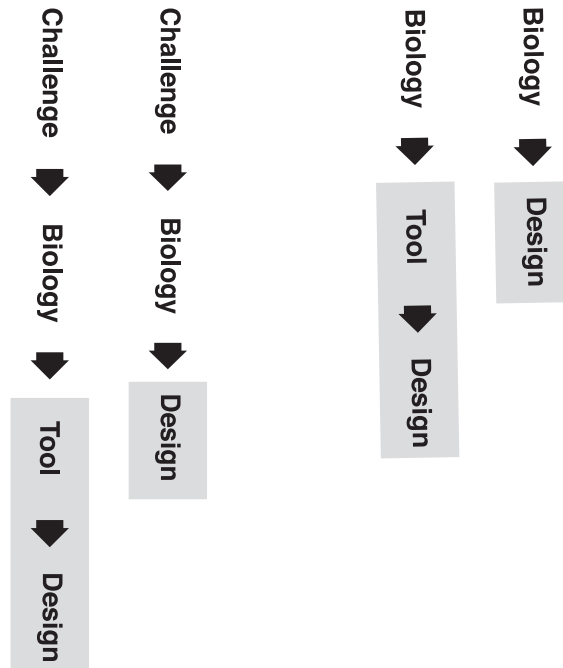
4

Analisi di Casi Studio

Biomimicry Thinking



Il pensiero biomimetico può portare alla nascita di un “tool” a disposizione del designer oppure influenzare direttamente il “design”.



4.1

Quadro Generale

4.1.1

Obiettivi del Analisi

Il progetto che seguirà questo studio ha lo scopo di effettuare un percorso di biomimesi per ottenere un prodotto di design.

Occorre quindi in primo luogo capire il range di intervento del design nel mondo della biomimesi. Essendo una metodologia interdisciplinare ogni dottrina ha il suo momento e il suo spazio ed esse varia da un progetto all'altro.

Nel ideale la biomimetica prevede dei team di sviluppo composti da numerosi scienziati e progettisti. Sfortunatamente questo non è sempre possibile, ma la biomimetica è anche una visione, e può dare il suo contributo altresì in realtà più ristrette.

Alla fine della seguente analisi di casi studio vorremo sviluppare un intuito per individuare un percorso e un argomento per il progetto in base ai strumenti che abbiamo a disposizione.

Verranno pescati casualmente dei casi studio dal data base del biomimicry 3.8 institute – Asknature.org

Ogni caso studio verrà descritto brevemente e individuato il suo riferimento biologico.

In oltre verrà individuato la tipologia di pensiero biomimetico alla base del progetto: *Biology to Design* o *Challenge to Biology*.

I casi verranno suddivisi in:

- Progetti e ricerche che richiedono conoscenze ed esperienze puramente scientifiche. A questi casi daremo il titolo: **Tool**, in quanto il risultato di tale ricerche e progetti sono strumenti che richiedono una successiva applicazione, il designer generalmente non fa parte di tale ricerche.
- **Designer's Area**: Progetti che necessitano l'intervento del designer.

Questa categoria verrà a sua volta suddivisa in due:

- **Tool to Design** - quando viene applicato uno strumento frutto di una biomimesi

nello sviluppo di un altro prodotto.

- **Design** - quando la biomimesi ha influenzato in modo diretto il processo di design.

Per i casi studio nella Designer's Area, individueremo il livello di analogia in base alla classificazione definita da Carla Langella Nel libro *"Hybrid design-Progettare tra tecnologia e natura"*, Milano, Franco Angeli, di 2007

- architettonico
- morfologico strutturale
- biochimico
- funzionale
- comportamentale
- organizzativo

I risultati verranno riportati in termini di percentuale e tradotti in una possibile strategia.

Tabella in Allegato

Tabella in Allegato

Design ^{25/70}

~ 35.72%



Architettonico



Morfologico-Strutturale



Funzionale



Comportamentale



Organizzazione

Biology to design
14/25
56%

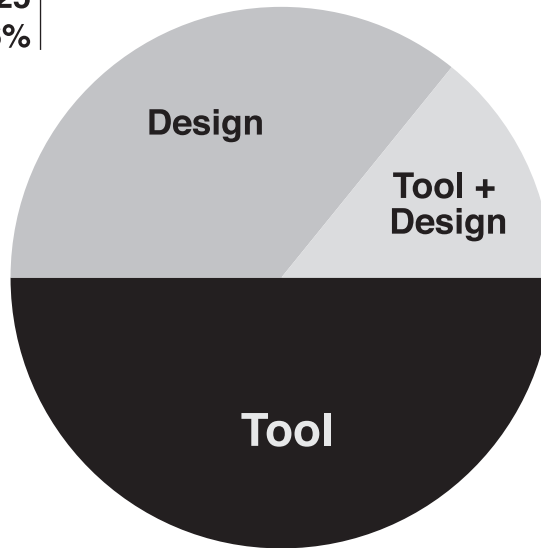
Challenge to Biology
11/25
44%

Tool + Design ^{10/70}

~14.28%

Biology to design
8/10
80%

Challenge to Biology
2/10
20%



Funzionale



Biochimico



Comportamentale

Tool ^{35/70}

~ 50%

Biology to design
27/35
~ 77.14%

Challenge to Biology
8/35
~ 22.86%

4.1.3

Conclusioni

Sono stati analizzati 70 casi studio presi in maniera casuale dal data base del Istituto Biomimicry 3.8: AskNature.org.

Dal totale dei casi il 50% sono stati definiti Tools, ovvero progetti e ricerche che richiedono conoscenze ed esperienze puramente scientifiche. Questo vuole dire che una grande parte della ricerca biomimetica porta alla creazione di nuovi materiali, tecnologie, strategie ecc basati su principi naturali. Molti di questi tools cercano applicazione nel design.

I restanti 50% dei casi appartengono alla Designer's Area.

Dei tutte dei casi nella Designer's Area soltanto circa il 28% è del tipo Tool to Design e i restanti 72% sono progetti dove la biomimesi ha influenzato in modo diretto il processo di Design.

È interessante evidenziare che di tali 28% di progetti nella categoria Tool to Design ben 70% sono prodotti per lo sport, mentre nella categoria Design lo sono soltanto l'8% .

Nel Totale dei 70 casi studiati si nota una maggioranza di progetti che seguono il pensiero biomimetico del tipo Biology to Design indifferentemente dalle suddivisioni: si tratta di 70% del totale dei casi studiati, circa il 77% dei Tools, l' 80% dei casi Tool to Design e 56 % dei casi di Design.

Per quanto riguarda il livello di analogia nel ambito della Designer's Area è evidente la maggioranza di mimesi a livello funzionale. Il 70 % di casi Tool to Design e il 54% dei casi di Design. Anche la mimesi al livello morfologico strutturale ha una percentuale relativamente alta (di 28%) nella categoria Design.

Si ricava dunque un'abbastanza evidente conclusione: per la ricerca del argomento partiremo da una curiosità scientifica. Seguiremo il pensiero

biomimetico del tipo Biology to Design cercando di trovarne un applicazione ad un livello di analogia funzionale oppure morfologico strutturale.

Una via alternativa potrebbe essere una ricerca di un tool applicabile nel nostro settore di interesse.

Avendo già predefinito lo sport come macro categoria di questo progetto di tesi, nel seguente capitolo, prima di passare alla ricerca di uno specifico argomento, andremo a vedere come lo sport è stato influenzato dalla bionica e la biomimetica riportando alcuni casi studio.

4.2

La Biomimetica nello Sport

Lo sport è *“L'insieme delle attività, individuali o collettive, che impegnano e sviluppano determinate capacità psicomotorie, svolte anche a fini ricreativi o salutari”*¹

lo sport viene esercitato sia in ambienti dove l'uomo svolge attività naturalmente ma anche in ambienti estranei per la sua costituzione, come per esempio nel acqua o in area. Per poter effettuare attività fuori dal nostro indole abbiamo imparato osservando altri esseri viventi e ciò che gli caratterizza in un determinato ambiente di attività.

Prendiamo per esempio il movimenti nel acqua, abbiamo imparato a notare già nel età della pietra, visto che non fu una nostra competenze naturale si tende a credere che lo abbiamo imparato osservando gli animali acquatici. Per quanto riguarda i moderni gli stili di nuoto sappiamo di certo che essi sono frutto di studio dei movimenti animali. Prendiamo per esempio lo *stile a rana* o il più recente *stile delfino*.

Per imparare ad arrampicare anche se si tratta di un attività a terra, l'uomo ha migliorato le sue capacità osservando ed imitiamo i movimenti lunghi, distesi, e molto ravvicinati alle superfici di alcuni animali arrampicanti.

La dove gli animali hanno un qualcosa più di noi che gli rende efficaci in determinate circostanze, il uomo ha cominciato a prendere ispirazione e creare attrezzatura che lo aiuta.

Vediamo per esempio lo snorkling che ci permette respirare quando in nostro corpo e testa sono immersi in acqua, mimando lo *sfiatatoio* ovvero l'organo respiratorio collocato sul capo dei cetacei.

Per rendere il movimento in acqua più efficace e veloce l'uomo ha sviluppato attrezzatura che ci rende più simili agli animali acquatici. Per esempio osservando le pinne di diversi animali, la loro forma e collocazione sul corpo, l'uomo ha creato pinne indossabili di diverse tipologie mano a mano che nascevano nuove discipline e motivi di muoversi sotto l'acqua. La *pinna calvedale* dei animali acquatici *“è la parte posteriore più estrema ed è deputata essenzialmente a favorire il nuoto ed in funzione di questo assume diverse forme. I pesci*

1 Aldo Gabrielli, “Grande Dizionario Italiano, Dizionario della Lingua Italiana”, Hoepli 2013



veloci e pelagici hanno una coda molto forcuta, mentre quelli di fondo e molti altri di superficie hanno la coda arrotondata o eggermente incavata o squadrata.”

Le prime pinne per i piedi sono state inventate nel Settecento da Benjamin Franklin *“Erano costituite da due sottili pezzi di legno che gli consentivano di muoversi più velocemente in acqua. Successivamente Louis de Corlieu in Francia e Owen Churchill negli Stati Uniti, lavorando indipendentemente, furono i primi a rendere le pinne una realtà. Il modello di Churchill catturò l'attenzione della Marina Statunitense, che li fece utilizzare agli “uomini rana” nei primi anni quaranta.”*³

Il primo a ideare un attrezzo indossabile per il nuoto ancora prima di Franklin, fu Leonardo De Vinci con il *“Guanto con pannicoli per nuotare in mare”*. Le pinne di Leonardo sono diventate le palette per le mani che utilizziamo oggi in piscina.

Diverse volte l'invenzione di un attrezzo, osservando la natura, non è spinta solo dalla voglia di aumentare le prestazioni ma anche da una scoperta di nuove capacità possibili grazie al tale attrezzo.

Per esempio osservando gli animali volanti l'uomo ha creato attrezzai che gli permettono di muoversi in aria. Leonardo De Vinci osservando gli uccelli già nel Quattrocento ideò le sue machine volanti, che hanno ispirato i fratelli Wright per la creazione del primo aeroplano *“Flyer”*.

La *tutta alare*, un invenzione più recente del 1930, ideata dal americano Rex G. Finney, rende il nostro corpo simile allo scoiattolo volante. Esse è dotato di una membrana di congiunzione fra le zampe anteriori e posteriori che, distesa, consente il volo librato o planato L'invenzione della tuta alare ha dato luogo alla nascita di un ramo particolare del *“base jumping”*, sport estremo che consiste nel lanciarsi nel vuoto da varie superfici, rilievi naturali, edifici o ponti, e atterrare mediante un paracadute. Il *“Wingsuit flying”*, ha il medesimo scopo ma richiede, ma richiede l'utilizzo della tuta alare e le capacità necessarie per utilizzarla.

2 *“Anatomia dei pesci”* <http://colapesce.xoom.it>

3 Alessandro Ragazzoni, *“Pinne -storia”* <http://www.drgrass.it> (2012)



Riassumendo, abbiamo visto che l'imitazione della natura nel ambito sportivo può portare al invenzione di una nuova disciplina o umentare le prestazione.

Nel ambito sportivo è sempre più diffuso aumentare le prestazioni grazie alla strategia descritta nel precedente capitolo di "Tool to Design". Quando la biomimesi ci offre uno nuovo strumento o materiale da integrare nel design. Vediamo per esempio la linea costumi "LZR Racer" di Speedo. Durante le olimpiadi del 2008 il nuotatore Michael Phelps indossò un costume ispirato alla pelle dei squali. La loro pelle e costituita di un infinità di scaglie sovrapposte dette dermici. Sono degli denticoli che prendono la direzione del flusso d'acqua facendo si che il non si formino dei vortici di acqua lenta. In tal modo l'acqua scorre velocemente e non rallenta lo squalo. A tempo stesso scoraggia la crescita di parassiti come alghe.

Gli scienziati sono stati in grado di replicare dentelli dermici in costume da bagno .

Attualmente stanno applicando lo stesso principio su delle superfici in ospedali per far si che resistono allo sviluppo dei batteri visto che come le alghe sulla pelle del squalo i batteri non possono afferrare sulla superficie ruvida.

Vi sono aziende sportive dove la biomimesi è la loro strategia di base per lo sviluppo di nuovi prodotti. Vediamo per esempio la produzione di X bionic, un azienda che produce abbigliamento sportivo con diverse tecnologie bio ispirate.

Di seguito vi è un analisi di casi studio e altri esempi di biomimesi per lo sport. Ogni caso studio verrà descritto brevemente e individuato il suo riferimento biologico.

I casi verranno suddivisi in:

- Prodotti che aiutano ad aumentare le prestazioni
- Nuove discipline

Per ogni caso si individuerà se si tratta di : "*Tool to Design*" (quando viene applicato uno strumento frutto di una biomimesi nello sviluppo di un altro prodotto.) o di "*Design*"(quando la biomimesi ha influenzato in modo diretto



il processo di design).

In oltre individueremo il livello di analogia in base alla classificazione definita da Carla Langella Nel libro *“Hybrid design- Progettare tra tecnologia e natura”*, Milano, Franco Angeli, di 2007

- architettonico
- morfologico strutturale
- biochimico
- funzionale
- comportamentale
- organizzativo

Tabella in Allegato

Tabella in Allegato

4.1 (http://www.nbdnano.com/)	4.15 (http://www.discusclub.net/)	4.29 (http://www.asknature.org/)
4.2 (https://members.nationalgeographic.com/)	4.16 (http://sciencelay.com)	4.30 (http://www.reefsanctuary.com/)
4.3 (http://www.asknature.org/)	4.17 (http://www.alibaba.com/)	4.32 (http://en.wikipedia.org/)
4.4 (http://www.asknature.org/)	4.18 (http://www.asknature.org/)	4.33 (http://www.rsc.org/)
4.5 (http://akermin.com/)	2.19 (http://www.asknature.org/)	4.34 (http://www.asknature.org/)
4.6. (http://remf.dartmouth.edu/)	4.20 (http://www.asknature.org/)	4.35 (http://www.asknature.org/)
4.7 (http://www.asknature.org/)	4.21 (http://www.asknature.org/)	4.36 (http://www.blueanimalbio.com/)
4.8 (http://en.wikipedia.org/)	4.22 (http://www.asknature.org/)	4.37 (http://www.calera.com/)
4.9 (http://en.wikipedia.org/)	4.23 (http://www.asknature.org/)	4.38 (http://supererry.blogspot.co.il/)
4.10 (http://en.wikipedia.org/)	4.24 (http://en.wikipedia.org/)	4.39 (http://ungroundedarchitecture.blogspot.co.il/)
4.11 (http://en.wikipedia.org/)	4.25 (http://www.veryanmed.com/)	4.40 (http://www.faidanoi.it/)
4.12 (http://en.wikipedia.org/)	4.26 (http://www.asknature.org/)	4.41 (https://vimeo.com/42179181)
4.14 (http://www.google.sc/patents)	4.27 (http://www.asknature.org/)	4.42 (http://www.asknature.org/)

4.43 (http://www.asknature.org/)	4.56 (http://www.packagingdigest.com/)	4.69 (http://www.asknature.org/)
4.44 (http://www.asknature.org/)	4.57 (http://thenauhaus.com/)	4.70 (http://www.nationalgeographic.com/)
4.45 (http://en.wikipedia.org/)	4.58 (http://www.rsc.org/)	4.71 (http://www.baltimoresun.com/)
4.46 (http://www.nationalgeographic.com/)	4.59 (http://www.asknature.org/)	4.72 (http://www.labspace.net/)
4.47 (http://www.asknature.org/)	4.60 (http://www.asknature.org/)	4.73 (http://www.asknature.org/)
4.48 (http://www.tringa.org/)	4.61 (http://www.ecologiae.com/)	4.74 (http://www.asknature.org/)
4.49 (http://www.asknature.org/)	4.62 (http://www.asknature.org/)	4.75 (http://en.wikipedia.org/)
4.50 (http://www.asknature.org/)	4.63 (http://www.asknature.org/)	4.76 http://janelia.org/gallery/)
4.51 (http://www.nauticexpo.com/)	4.64 (http://www.asknature.org/)	4.77 (http://www.asknature.org/)
4.52 (http://pianetablunews.wordpress.com/)	4.65 (http://www.asknature.org/)	4.78 (http://www.asknature.org/)
4.53 (http://www.asknature.org/)	4.66 (http://www.asknature.org/)	4.79 (http://www.asknature.org/)
4.54 (http://boatingtimesli.com/)	4.67 (http://bugguide.net/)	4.80 (http://andromedawaked.blogspot.co.il/)
4.55 (http://it.dreamstime.com/)	4.68 (http://www.nationalgeographic.com/)	4.91 (http://www.evologics.de/)

- 4.92
(<http://www.asknature.org/>)
- 4.93
(<http://www.themotorreport.com.au/>)
- 4.94
(<https://student.societyforscience.org/>)
- 4.95
(<http://www.popsci.com/>)
- 4.96
(<https://student.societyforscience.org/>)
- 4.97
(<http://www.tennisachat.com>)
- 4.98
(<http://www.core77.com/>)
- 4.99
(<http://www.x-bionic.com/>)
- 4.100
(<http://www.nationalgeographic.com/>)
- 4.101
(<http://www.gizmag.com/>)
- 4.102
(<http://en.wikipedia.org/>)
- 4.103
(<http://www.asknature.org/>)
- 4.104
(<http://www.asknature.org/>)
- 4.105
(<http://www.asknature.org/>)
- 4.106
(<http://www.baleenfilters.com/>)
- 4.107
(www.yachtalaska.com)
- 4.108
(<http://www.floatingislandinternational.com/gallery/>)
- 4.109
(<http://www.asknature.org/>)
- 4.110
(<http://www.biolytix.com/>)
- 4.111
(<http://www.environmentalgraffiti.com/>)
- 4.112
(<http://www.festo.com/>)
- 4.113
(<http://www.festo.com/>)
- 4.114
(<http://www.biopowersystems.com/>)
- 4.115
(<http://www.queposfishadventure.com/>)
- 4.116
(<http://www.oceano21.org/>)
- 4.117
(<http://animals.nationalgeographic.com/>)
- 4.118
(<http://www.asknature.org/>)
- 4.119
(<http://arceanpartners.com/>)
- 4.120
(<http://http://www.flickr.com/>)
- 4.121
(<http://http://www.flickr.com/>)
- 4.122
(<http://www.asknature.org/>)
- 4.123
(<http://www.buoni-pasto.it/>)
- 4.124
(<http://www.asknature.org/>)
- 4.125
(<http://www.asknature.org/>)
- 4.126
(<http://www.yankodesign.com/>)
- 4.127
(<https://members.nationalgeographic.com/>)
- 4.128
(<http://www.asknature.org/>)
- 4.129
(<http://www.asknature.org/>)
- 4.130
(<http://www.arup.com/>)

4.131 (http://www.asknature.org/)	4.145 (http://wallpaperpassion.com/)	4.160 (http://it.wikipedia.org/)
4.132 (http://toddecological.com/)	4.146 (http://www.deckeryeadon.com/)	4.161 (http://www.x-bionic.it/)
4.133 (http://www.turismoambientalesicilia.it/)	4.147 (http://www.asknature.org/)	4.162 (http://commons.wikimedia.org/)
4.134 (http://www.asknature.org/)	4.148 (http://caw-designs.com/)	4.163 (http://www.x-bionic.it/)
4.135 (http://www.asknature.org/)	4.149 (http://lorettadalola.wordpress.com/)	4.64 (http://commons.wikimedia.org/)
4.136 (http://www.ziehl-abegg.com/)	4.150 (https://members.nationalgeographic.com/)	4.165 (http://www.asknature.org/)
4.137 (http://www.asknature.org/)	4.151 (http://www.seekersport.cz/)	84.166 (http://www.asknature.org/)
4.138 (http://www.asknature.org/)	4.152 (http://commons.wikimedia.org/)	4.167 (http://www.popsoci.com/)
4.139 (http://www.news.harvard.edu/)	4.153 (http://www.dunlop.com/)	4.168 (http://student.societyforscience.org/)
4.140 (http://www.asknature.org/)	4.154 (http://commons.wikimedia.org/)	4.169. (http://it.wikipedia.org/)
4.142 (http://www.groasis.com/en)	4.155 (http://www.dunlop.com/)	4.170 (http://www.newhdwallpapers.in/)
4.143 (http://www.groasis.com/en)	4.156 (http://www.wallpapermania.eu/)	4.171 (http://ww.arenaitalia.it/)
4.144 (http://www.netcarshow.com)	4.159 (http://www.x-bionic.it/)	4.172 (http://it.wikipedia.org/)

4.173
(<http://caw-designs.com/>)

4.174
(<http://lorettadalola.wordpress.com/>)

4.175
(<http://www.racezone3.com/>)

4.176
(<http://it.wikipedia.org/>)

4.177
(<http://it.wikipedia.org/>)

4.178
(<http://www.kudalaut.eu/it/>)

4.179
(<http://it.wikipedia.org/>)

4.180
(<http://animals.nationalgeographic.com/>)

4.181
(<http://it.wikipedia.org/>)

4.182
(<http://animalblogforkids.files.wordpress.com/>)

4.183
(<http://it.wikipedia.org/>)

4.184
(<http://www.nikonclub.it/>)

4.185
(<http://discoverahobby.com/>)

4.186
(<http://it.wikipedia.org/>)

4.187
(<http://newsimg.bbc.co.uk/>)

4.188
(<http://commons.wikimedia.org/>)

4.2.1

Free climbing

(<http://www.sasha-digiulian.com/>)

4.2.2

diving

<http://www.puntosub.it/>

4.2.3

Wingsuit flying

(<http://fin6.com/2013/09/base-jumping-wallpapers/>)



Seconda Parte

Scoperta



5

**Discover, Abstract, Indentify
Function &
Brainstorming**

5.1

Il Ghepardo

Questo capitolo ha lo scopo di riportare il riferimento biologico alla base del processo di biomimesi del tipo “Biology to Design” svolto in questa tesi. Di seguito verrà riportata una sintesi delle fasi “Discover- Natural models”, “Abstract- Biological Strategy” e “Identify Function”, del metodo del centro di ricerca “Biomimicry 3.8” descritto precedentemente nel capitolo relativo.

L'input iniziale per questo progetto è nato da una riflessione sulle capacità di ammortizzare ed accelerare dei ghepardi. Proprio tali capacità hanno suggerito di eleggere il ghepardo a modello per il presente lavoro.

Questa famiglia di animali è caratterizzata da una struttura corporea tale da permettergli di ammortizzare in modo eccellente l'impatto in caduta. Questo è possibile grazie a diverse caratteristiche della loro struttura:

- L'assenza della clavicola (caratteristica non solo dei felini ma di tutti gli animali che camminano a 4 zampe) che permette loro di lanciare per prime le zampe anteriori. Nel momento dell'impatto ammortizzano la caduta piegando le zampe: l'energia che non è stata assorbita prosegue nella stessa direzione e di conseguenza le spalle salgono ma, essendo sprovvisti di clavicola, ciò non danneggia il loro corpo; al completo assorbimento del colpo si raddrizzano, e le spalle tornano al loro posto.
- I cuscinetti plantari callosi nella parte inferiore del piede, che permettono loro di muoversi silenziosamente, di ammortizzare l'impatto negli atterraggi e di bloccarsi in piena corsa. Il ghepardo è l'unico felino ad avere cuscinetti ruvidi che aumentano il controllo nella corsa.

Questi dati, in fase di ricerca di *input* per l'innovazione, hanno indirizzato l'autore di questa tesi ad osservare veicoli in caduta e veicoli che danno maggiore attenzione agli ammortizzamento anteriori.

Osservando le mountain bike sono stati individuati diverse somiglianze e punti paragonabili con la struttura dei felini. Approfondendo si è visto che in particolare modo sarà di vantaggio paragonare la struttura e il movimento delle montan bike con la biomeccanica e l'anatomia del ghepardo.

Prima di specificare i punti in comune e le differenze fra le due, di seguito vi è una breve descrizione delle principali caratteristiche di interesse di questi animali.

Il ghepardo, il quale nome scientifico è *Acinonyx Jubatus*, è un mammifero carnivoro della famiglia dei Felidi. È l'unica specie vivente del genere *Acinonyx*.

Un tempo diffuso in gran parte dell' Africa e dell'Asia, attualmente questo animale vive in gruppi poco numerosi e frammentati, spesso minacciati dalla pressione demografica della popolazione circostante.

Il ghepardo è considerato l'animale più veloce conosciuto al giorno d'oggi. Raggiunge una velocità massima di 110-120 km orari e riesce ad accelerare da 0 a 80 km/h in 3 secondi. Ma il massimo della loro velocità può essere mantenuto tra i 400 e 500 metri in circa 20-30 secondi. Usando una felice definizione di un noto studioso possiamo dire che: *“Sono le macchine da corsa del regno animale: i ghepardi possono raggiungere fino a trenta metri al secondo. E il merito, secondo un studio pubblicato su Mammalian Biology coordinato da Megumi Gotodell'Università di Yamaguchi, è sia del motore che della carrozzeria. Questi animali infatti hanno muscoli con numerose fibre ad alta potenza, abbondanti soprattutto nella zona posteriore del corpo, una colonna vertebrale particolarmente flessibile e dita sviluppate per coordinare al meglio curve e rallentamenti.”*

“Il segreto delle straordinarie performance del ghepardo risiederebbe in primo luogo nella particolare distribuzione dei diversi tipi di fibre muscolari. Ne esistono di “lente”, note come Tipo I - indispensabili negli sforzi prolungati ma meno utili negli sprint - e di “veloci”, di Tipo IIx, con proprietà opposte. Queste infatti forniscono una grande potenziale costo di una resistenza molto minore agli sforzi. L'ideale per la corsa e il galoppo. E il motore dei ghepardi, spiegano gli scienziati, sembra proprio quello di un'auto da corsa, con molti muscoli con una bassa percentuale di fibre muscolari di Tipo I e un'alta percentuale di Tipo IIx.”

“Ma ad aver colpito i ricercatori è stato soprattutto il modo in cui queste cellule sono distribuite, con notevoli differenze fra gli arti anteriori e quelli posteriori. I primi infatti

1 Davide Mancino *“I segreti del ghepardo, animale a trazione posteriore “* <http://www.galileonet.it/>, 2012

2 Davide Mancino *“I segreti del ghepardo, animale a trazione posteriore “* <http://www.galileonet.it/>, 2012

*abbondano di cellule “lente”, mentre nei secondi dominano quelle “veloci”. In questo senso, dunque, il ghepardo può essere definito un animale “a trazione posteriore”.*³

*“Tutta questa potenza viene scaricata sul terreno attraverso il torace dell'animale e le sue dita, soprattutto quelle anteriori, altri due elementi dotati di moltissime cellule di tipo IIX. I muscoli del petto consentono al ghepardo di correre con un passo lunghissimo, circa quasi sette metri. Questo è possibile anche grazie alla flessibilità della colonna vertebrale, che viene piegata e contratta con estrema facilità. Le dita sono invece fondamentali per controllare l'equilibrio, curvare e rallentare. Senza di esse, l'enorme potenza erogata dai muscoli del felino non potrebbe essere applicata con la stessa efficacia.”*⁴

Quando un ghepardo corre, la sua spina dorsale si comporta come una molla. Il ghepardo è quindi in grado di massimizzare la sua lunghezza del passo. Ciò anche grazie alle ossa delle zampe che risultano più lunghe rispetto agli altri animali della famiglia dei gatti allungando in questo modo il passo.

Le loro forme sono aerodinamiche, cioè riducono la resistenza durante la corsa. teschio leggero e corto e le larghe cavità nasali fanno sì che la testa del ghepardo sia molto leggera, il che consente al ghepardo di mantenere la testa ferma durante la corsa, inoltre le cavità nasali espanse risultano un tempo di recupero più veloce dopo una corsa.

L'assenza della clavicola è un vantaggio per il ghepardo non solo dal punto di vista del ammortizzamento ma consente alle spalle di muoversi liberamente e contribuisce ad un allungamento del busto durante la corsa.

Si è visto come i ghepardi riescano ad essere gli animali in grado di accelerare, sino a raggiungere le velocità più elevate di tutto il regno animale, ma a tempo stesso possiedono delle ottime prestazioni per ammortizzare e subire impatti con le loro zampe.

Questa osservazione è la base per la biomimesi che verrà eseguita con questo progetto di tesi.

Uno dei maggiori problemi che si riscontrano nel mondo delle biciclette da montagna è che l'energia dispersa nel ammortizzamento causa la perdita di velocità (l'argomento verrà riportato nel dettaglio nel capitolo relativo alle

3 Davide Mancino *“I segreti del ghepardo, animale a trazione posteriore “* <http://www.galileonet.it/>, 2012

4 Davide Mancino *“I segreti del ghepardo, animale a trazione posteriore “* <http://www.galileonet.it/>, 2012

sospensioni).

Una seconda riflessione sull'argomento, ed il riferimento biologico scelto, ha portato a restringere il campo d'azione di questa tesi e concentrarsi sulle biciclette da Downhill, le quali caratteristiche specifiche verranno riportate nel capitolo successivo.

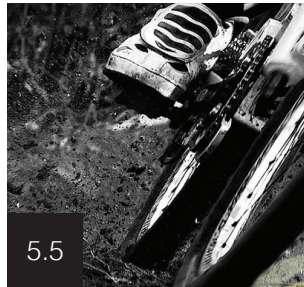
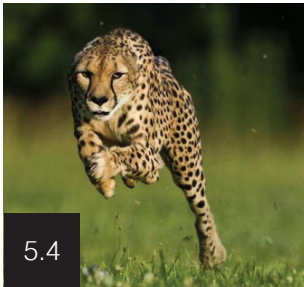
Prima di approfondire le specifiche tecniche verrà fatto un confronto sintetico fra le caratteristiche del ghepardo e la bicicletta da Downhill. Verranno riportate solo le caratteristiche relative alla biomimesi.



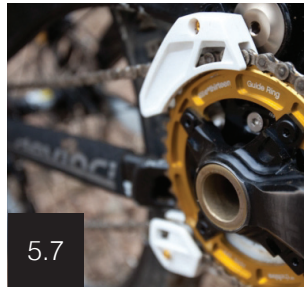
5.2

Il Ghepardo e le MTB da Downhill

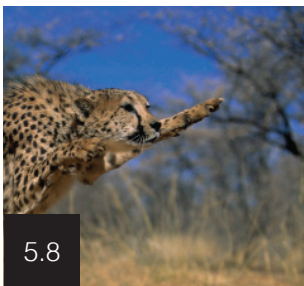
Di seguito verranno valutate e approfondite alcune analogie e differenze nella struttura e funzionamento del ghepardo e la bicicletta da downhill che l'autore di questa tesi ha individuato in un primario confronto, brain-storming. Vedremo infatti che entrambe, sia le analogie che le differenze, hanno avuto una grande importanza in fase di progettazione. In modo particolare questa distinzione tra analogie e differenze sarà essenziale per definire quale principio naturale può essere riportato nel mondo del ciclismo da discesa e dove la progettazione dovrà prendere una direzione più specifica ed adatta al mondo del downhill.



Il ghepardo si muove principalmente "saltando", dandosi una spinta con le zampe posteriori, mentre la MTB da DH si muove grazie alla forza di gravità (e il giro delle ruote); la partenza è assistita dalla pedalata.



Il ghepardo si dà uno slancio posteriore e viene considerato come le biciclette un "animale a trazione posteriore".

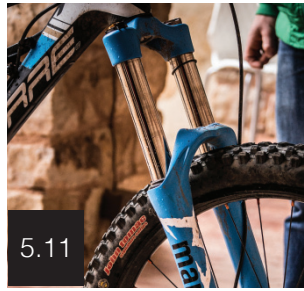


Le zampe anteriori fungono da ammortizzatori e freni.

Si potrebbe vedere in modo analogo l'anteriore di una MTB da DH. Essa subisce la maggior parte degli impatti per prima, infatti ha degli ammortizzatori con escursione attorno ai 200 mm, le più elevate nel mondo del ciclismo. Inoltre nel DH la frenata avviene principalmente con l'anteriore per maggiore maneggevolezza del mezzo.



5.10



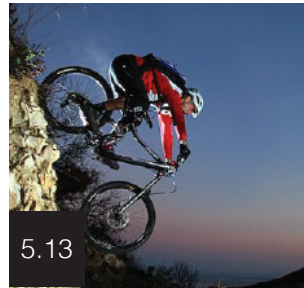
5.11

Gli arti anteriori sono uniti al resto del corpo solo grazie ai muscoli.

Permettono ai felini di ammortizzare con le zampe anteriori senza danneggiare la clavicola. La sua assenza permette alle spalle di salire al momento dell'impatto. In modo analogo gli ammortizzatori anteriori nelle MTB da DH attutiscono in modo lineare salendo e scendendo per l'asse dello sterzo.



5.12

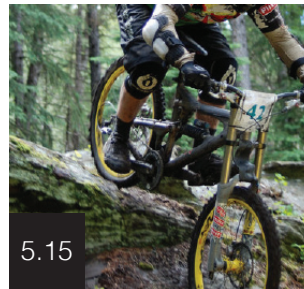


5.13

Il movimento delle zampe fa sì che aumenti e si riduca in continuazione il passo del ghepardo (le zampe si avvicinano e si allontanano), mentre le zampe anteriori poggiano per terra il baricentro dell'animale si porta in avanti e favorisce l'avanzamento determinato dall'inerzia. In questo modo "la frenata" durante la corsa favorisce la spinta in avanti. Anche il biker del DH sposta in continuazione il proprio peso per avere controllo sulla bicicletta, (nel capitolo successivo vi è una sessione dedicata all'argomento).



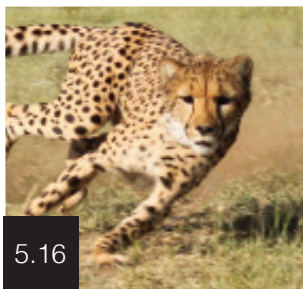
5.14



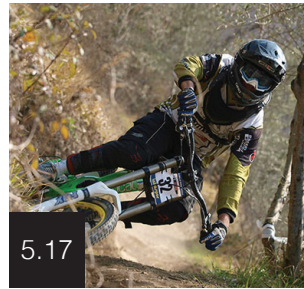
5.15

I muscoli elastici e la spina dorsale flessibile permettono ai ghepardi di allungarsi, stringersi e piegarsi (come una molla) ciò rende il movimento più efficiente. Grazie a questo allungamento il passo del ghepardo arriva a 7 m.

Nelle MTB la struttura è fondamentalmente rigida, escludendo le sospensioni, che però hanno il solo obiettivo di ammortizzare, e quindi non danno flessibilità in direzione parallela al terreno.



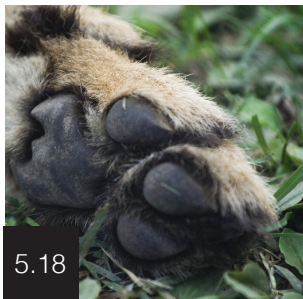
5.16



5.17

Durante la corsa, oltre al movimento e regolamento del baricentro, la lunga coda del ghepardo agisce come un timone e lo aiuta a stabilizzare il corpo.

Il biker invece ha solo lo spostamento del baricentro come mezzo per regolare la stabilità.



5.18



5.19

Tutti i felini hanno cuscinetti plantari callosi nella parte inferiore del piede, che permettono loro di muoversi silenziosamente, di ammortizzare l'impatto negli atterraggi e di bloccarsi in piena corsa. Il ghepardo è l'unico ad avere cuscinetti ruvidi che aumentano il controllo nella corsa.

In modo simile, nelle biciclette gli pneumatici, primo livello di ammortizzamento, hanno delle texture per consentire un maggiore attrito e grip con il terreno.



5.3

Biomeccanica del Galoppo e Allungamento della Spina Dorsale



5.21

Cominceremo questo lavoro di analisi e confronto dalla caratteristica strutturale del ghepardo che più ha ispirato l'elaborazione del progetto. L'autore di questa tesi ha, infatti, trovato di particolare interesse l'allungamento della clona vertebrale del ghepardo durante corsa. Questo capitolo analizzerà in maniera approfondita questa caratteristica dell'animale, che a sua volta ha portato alla definizione del principio naturale alla base della biomimesi e il concept di questo progetto.

Alcuni studi mostrano che la schiena di diversi animali riesce ad estendersi e contrarsi durante la loro corsa, portando dei vantaggi in termini di velocità e accelerazione. Questo studio si concentra in particolar modo sull'allungamento delle spina dorsale durante la corsa del ghepardo, in quanto è l'animale che ha la massima capacità di accelerazione e raggiunge le più elevate velocità del regno animale.

La schiena del ghepardo non è un'entità rigida ma piuttosto un fluido che si piega e consente all'animale di muoversi rapidamente e agilmente. Il movimento aggiuntivo fornito dalla colonna vertebrale, permette una più ampia gamma di configurazioni al corpo dell'animale, creandogli maggiori possibilità di distribuzione della massa, migliorando la stabilità e la mobilità, risultato non ottenibile con una schiena rigida.

“Consider the cheetah. It is the fastest land animal, running at speeds close to 60 mph. As a cheetah runs, it is visually apparent that the back is not a rigid entity but rather a fluid, bending part of the body that enables the animal to move quickly and lithely. With the additional movement provided by the spine, a larger range of body configurations are available for the animal, creating possibilities for mass distributions that enhance

*stability and mobility, otherwise unavailable to a rigid-spined system.*²¹

Per concepire la grande capacità di contrarsi ed allungarsi di questo animale durante il movimento della corsa è sufficiente considerare che la sua lunghezza ed estensione, nella fase di contrazione, è ridotta al 67% della sua lunghezza estesa. Vediamo nello specifico come questo allungamento apporta dei vantaggi.

5.3.1

Accumulo di Energia - Flessibilità della Schiena

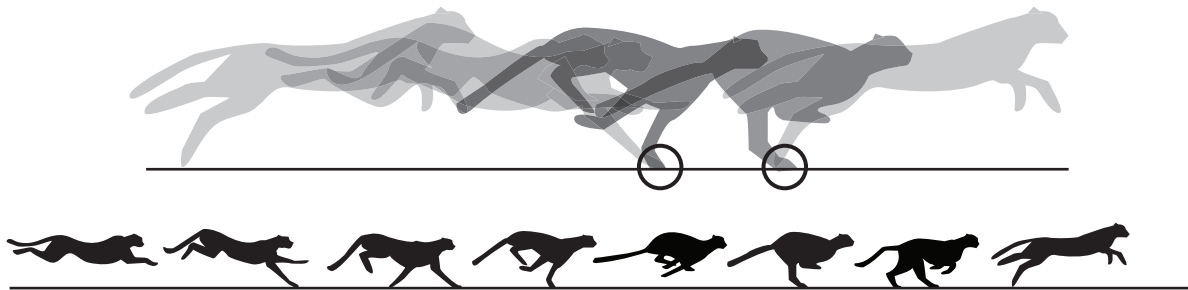
La flessibilità della colonna vertebrale può essere paragonata ad una molla che ha capacità di immagazzinamento di energia. In questa modalità, la colonna vertebrale articolata può aiutare a diminuire il fabbisogno energetico di potenza. *“the flexibility of the spine can be likened to a spring which has energy storage capabilities. In this mode, the articulated spine can decrease energy and power requirements.”*²²

Il seguente capitolo riporta una dimostrazione e una spiegazione dettagliata di questa affermazione.

Il primo a studiare questo argomento fu Hildebrand M. nello studio *“Motions of the running cheetah and horse.”* del 1959. In tale studio paragona il galoppo dei cavalli e dei ghepardi. I cavalli vengono considerati le migliori macchine da corsa in termini di velocità e resistenza, mentre i ghepardi sono noti per la loro grande capacità di accelerazione: passano da 0 a circa 70 Km orari in due secondi, riescono quindi a raggiungere velocità più elevate del cavallo, ma la loro resistenza è molto inferiore, di conseguenza mantengono tale

1 Brooke M. Haueisen, *“Investigation of an Articulated Spine in a Quadruped Robotic System”* Doctorat of Philosophy (Mechanical Engineering) , The University of Michigan 2011

2 Brooke M. Haueisen, *“Investigation of an Articulated Spine in a Quadruped Robotic System”* Doctorat of Philosophy (Mechanical Engineering) , The University of Michigan 2011



5.22

velocità non più di 400m. Lo scopo del suo studio fu quello di analizzare e scomporre il movimento di entrambi (il cavallo e il ghepardo) per capire che cosa rende il ghepardo più veloce.

Il galoppo è una andatura veloce in tre tempi caratteristica dei quadrupedi. Questi tre tempi sono scanditi dai movimenti dell'animale, il quale muove prima un arto posteriore; poi il secondo arto posteriore; dopo di che l'arto anteriore in diagonale ed infine l'ultimo arto. Questo tipo di andatura è considerato il più veloce del regno animale ed è definito da 2 principali aspetti:

- 1.dal movimento quasi contemporaneo delle due zampe anteriori e le due zampe posteriori (diversamente dalle camminate di tipologie diverse, in cui vengono alternati arti posteriori e anteriori).
- 2.dall'andatura della schiena, la quale si piega e si estende nel corso di un passo (per alcuni animali di più per altri meno).

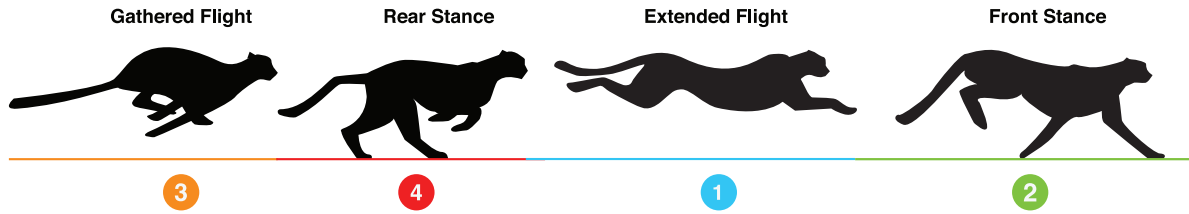
In primo luogo, Hildebrand M. ha individuato delle fasi di movimento di ogni animale. Di seguito un'illustrazione che rappresenta le fasi del galoppo del ghepardo.

Hildebrand M. osservò che il ghepardo (come altri carnivori) durante la corsa contrae e distende in continuazione la sua spina dorsale; questa peculiarità della schiena ha una particolare importanza per la sua capacità di accelerare. Il cavallo invece, anche per via del suo peso elevato, tende a rimanere più rigido, anche se un minimo di movimento della schiena durante la sua corsa è comunque presente.

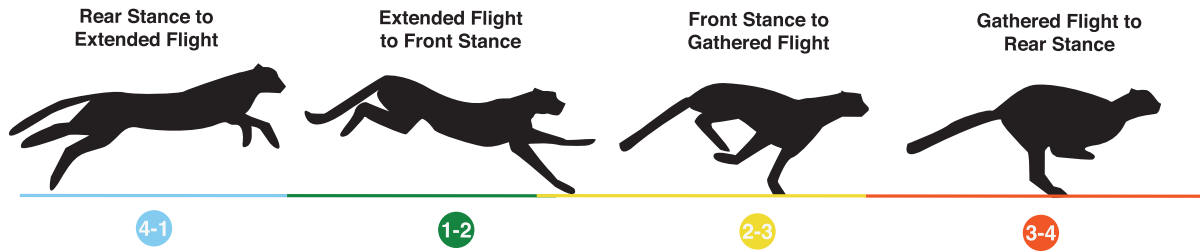
Quando il ghepardo contrae la schiena la sua lunghezza equivale al 67% della sua lunghezza estesa. L'angolo fra le spalle e il bacino, risulta di 60° per i cavalli e di 130° per i ghepardi. Ed è proprio questo angolo che consente al felino di aumentarne la distanza durante la fase di



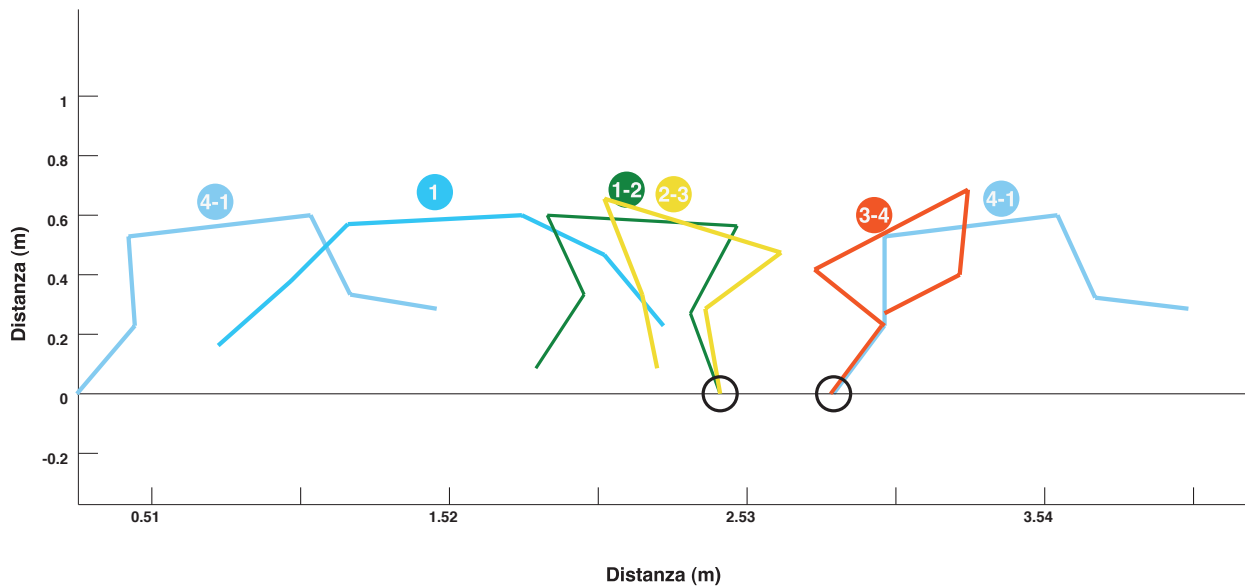
PHASES



TRANSITIONS



5.24 *Passo del Ghepardo*



5.25 *Transizioni fra le fasi le fasi di andatura e le distanze.*

sospensione, allungandone significativamente il passo..

Hildebrand M afferma: “*swing of the limbs is accomplished for the horse almost exclusively by muscles inserted on the limbs, while muscles of the back also contribute for the cheetah. this is of significance.*”- Per i cavali il movimento degli arti è compiuto quasi esclusivamente grazie ai muscoli estesi lungo gli arti, mentre nel ghepardo contribuiscono notevolmente anche i muscoli della schiena.

Secondo M. Hildebrand, i principali vantaggi dovuti alla flessione e all'estensione della schiena del ghepardo sono:

- Con l'umento della distanza fra gli arti (l'aumento del passo) aumenta anche la distanza percorsa durante la fase aerea del movimento.
- Il movimento del ghepardo è paragonabile al movimento del “*inchworm*” (*bruco di Geometridae*), che si piega quasi a meta e si allunga per avanzare, la lunghezza aggiuntiva è di 15 inc. per ogni passo e vi è un conseguente aumento di velocità di 2-2.25 metri orari per tasso di 40 metri orari, mentre per una velocità di 60 metri orari aumenta di 3 metri orari e così via.
- Grazie alla combinazione e al collegamento fra i muscoli della colonna vertebrale e i muscoli degli arti, gli arti si muovono più velocemente rispetto ad un singolo gruppo di muscoli che lavorano da soli.
- L'estensione della colonna vertebrale si aggiunge alla massima estensione degli atri in avanti, aumentando l'accelerazione posteriore al massimo, prima che il ghepardo colpisca la terra.

Come si può dunque arguire dallo schema n. 5.24, le variazioni di lunghezza della colonna vertebrale sono sincronizzate con la durata del contatto di ciascun piede con il suolo. Per il ghepardo la fase di massima estensione è nella fase dove tutto il suo corpo è sospeso in aria, ciò aiuta a trasmettere l'accelerazione del retro agli arti anteriori che stanno per colpire la terra. Quando il ghepardo raggiunge la terra la flessione della schiena e la continuazione del movimento, fanno sì che le spalle si portino in avanti e la schiena comincia a contrarsi fin che gli arti posteriori raggiungono terra. Questa fase è una fase di decelerazione. In maniera simile la colonna si contrae dopo una fase di decelerazione dovuta al movimento degli arti

3 M. Hildebrand. *Motions of the running cheetah and horse*. Journal of Mammalogy, 1959.

che arrivano a terra, e comincia l'accelerazione dovuta alla spinta degli arti posteriori e l'allungamento della schiena.

Hildebrand M afferma: la schiena flessibile contribuisce all'aumento di velocità grazie anche ad un altro fattore: quando il corpo del ghepardo è sospeso in aria la velocità dei suoi arti anteriori e posteriori è la medesima, ma nel momento in cui gli arti anteriori raggiungono terra il corpo è "fissato" a terra; in questa fase la parte anteriore del corpo si muove in velocità inferiore al resto del corpo. In modo simile quando gli arti posteriori raggiungono terra la parte posteriore del corpo si muove in velocità inferiore rispetto alla parte anteriore. *"It is reasonable to surmise that speed is benefited by this circumstance, for it reduces the backward velocity (though not the force) required of the legs in order to propel the body forward."*⁴

viene dunque ridotta la velocità (ma non la forza) richiesta dagli arti anteriori per la spinta.

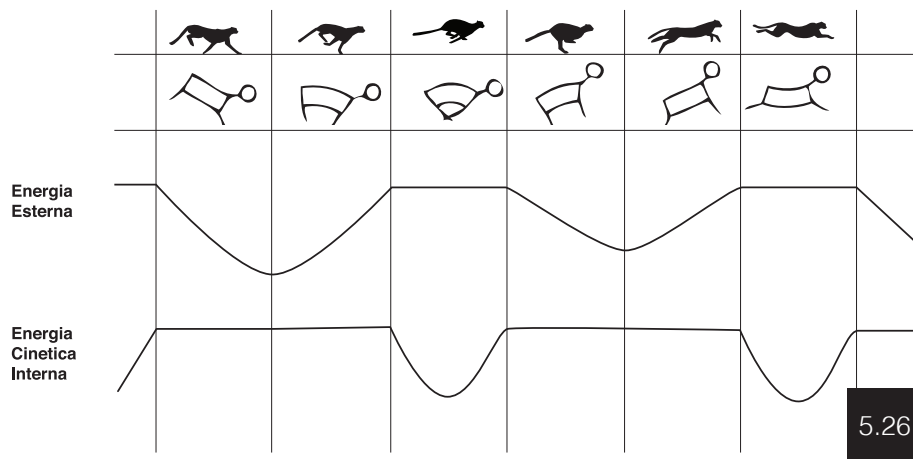
Tali affermazioni di Hildebrand M sono state approfondite da R. McNeill Alexander e tradotte in termini di accumulo e rilascio di energia cinetica. *"Kinetic energy lost by the body, as the forelegs end their backward swing and the hind legs end their forward swing, is stored briefly as elastic strain energy, and recovered in an elastic recoil. Thus energy is saved, making galloping the most economical gait for high speeds. Some strain energy is also stored in muscle fibres and in the vertebral column. Mechanical tests on the aponeurosis and vertebrae lead to estimates of the quantities of energy involved."*⁵

R. M. Alexander nello studio *"Tendon elasticity and muscle function"* School of Biology, University of Leeds, Leeds 2002, afferma che animali vertebrati, in particolare modo i mammiferi (ma anche i cetacei) sfruttano le proprietà elastiche dei loro tendini in modi diversi. In primo luogo, l'energia metabolica di movimento può essere salvata nei tendini che si allungano e poi si ritirano, sotto forma di energia elastica di deformazione.

"Vertebrate animals exploit the elastic properties of their tendons in several different

4 M. Hildebrand. *Motions of the running cheetah and horse*. Journal of Mammalogy, 1959.

5 R. M. Alexander. *Elastic structures in the back and their role in galloping in some mammals*. Journal of zoology, 1985.



Grafici schematici che rappresentano la variazione dell'energia meccanica del corpo, per ogni fase del passo "a galoppo". L'Energia esterna rappresenta in questo caso la somma dell'energia associata al movimento del centro di massa dell'animale e l'energia potenziale gravitazionale. (Diagramma dallo studio di R. M. Alexander: *Elastic structures in the back and their role in galloping in some mammals*. *Journal of zoology*, 1985)

*ways. Firstly, metabolic energy can be saved in locomotion if tendons stretch and then recoil, storing and returning elastic strain energy, as the animal loses and regains kinetic energy.*⁶

Per dimostrare come viene accumulata energia nella schiena dell'animale durante una corsa bisogna distinguere tra 2 tipi di energia cinetica dell'animale: energia cinetica esterna, ed interna. *"I will distinguish between the external kinetic energy which is the energy associated with the movement of center of mass and the internal kinetic energy associated with movement of component parts relative to the center of mass."*⁷

L'energia cinetica esterna è l'energia associata al movimento del centro di massa dell'animale ed è definita: $\frac{1}{2}m_{\text{body}}v_{\text{cm}}^2$ dove v_{cm} è la velocità del centro di massa. L'energia cinetica interna è invece l'energia associata al

6 R. M. Alexander. *Three uses for springs in legged locomotion*. The International Journal of Robotics Research, 1990.

7 R. M. Alexander. *Three uses for springs in legged locomotion*. The International Journal of Robotics Research, 1990.

movimento di una parte del corpo relativa al centro di massa, considerando il corpo come un complesso da tante particelle dove la particella i ha massa m_i e velocità v_i . L'energia cinetica interna è $1/2 \sum m_i (v_i - v_{cm})^2$. L'energia cinetica dell'intero sistema è la sommatoria dell'energia cinetica interna e quella esterna.

R.M. Alexander ha dimostrato che l'energia cinetica interna dovuta al movimento degli arti anteriori ha una grande importanza per capire la trasmissione di energia durante la corsa. *"Internal kinetic energy fluctuations, due principally to movements of the limbs relative to the trunk, become important for the energy cost of running at high speeds."*⁸

R.M Alexander afferma che *l'aponevrosi* (ovvero la sottile fascia fibrosa che ricopre ed avvolge il muscolo e continua nei tendini garantendo l'interazione fra i muscoli e le ossa), del *muscolo lunghissimo* (un componente del muscolo erettore della colonna vertebrale, insieme ai muscoli ileocostale e spinale) potrebbe servire come una molla di risparmio energetico nel galoppo. Tale è il principale estensore della schiena.

Come possiamo vedere dall'immagine n. 5.24, nella fase definita da Hildebrand M come *"gathered stage of a galloping stride"* (fase di raccolta del passo) gli arti posteriori terminano il loro swing indietro e oscillano in avanti. Gli arti anteriori invece finiscono il loro swing in avanti e oscillano verso il dietro. Nella fase *"galloping stride"* succede esattamente il contrario. In ciascuna di queste fasi, l'energia cinetica interna viene persa e riconquistata. Inoltre in ciascuna di queste fasi, le gambe hanno accelerazioni angolari che implicano momenti flettenti nella schiena. Nella fase *"gathered stage of a galloping stride"* il muscolo lunghissimo deve essere attivo per contrastare il momento flettente, e l'energia elastica di deformazione deve essere conservata nella sua aponeurosi. La forza esercitata dal muscolo causa compressione assiale della colonna vertebrale, e archiviazione di energia elastica supplementare.

"At each of these stages, internal kinetic energy is lost and regained. Also at each of these stages, the legs have angular accelerations that imply bending moments in the back

8 R. M. Alexander. *Three uses for springs in legged locomotion*. The International Journal of Robotics Research, 1990.

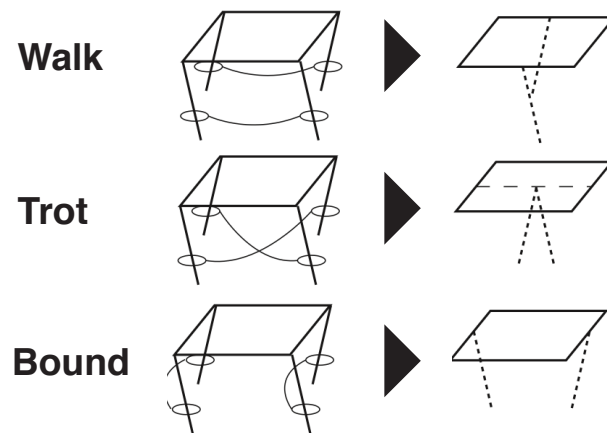
Alexander et al. (1985) pointed out that in the gathered stage the longissimus muscle must be active to counteract the bending moment, and that elastic strain energy must be stored in its aponeurosis. The force exerted by the muscle would cause axial compression of the vertebral column, storing additional strain energy there.”

5.3.2 Biomimesi: il Galoppo e la Bicicletta

Questo progetto ha lo scopo di fare una biomimesi fra il galoppo del ghepardo e la bicicletta da Downhill.

In primo luogo precisiamo che consideriamo l'andatura della bicicletta paragonabile al galoppo soltanto nelle fasi di esecuzioni di salti (che non sono tipiche di tutte le discipline che si praticano con la bicicletta, ma che si ripetono frequentemente nella guida Downhill). Ovvero quando il grip è su una ruota sola o nessuna.

9 Secondo Brooke M. Haueisen, “*Investigation of an Articulated Spine in a Quadruped Robotic System*” Doctorat of Philosophy (Mechanical Engineering) , The University of Michigan 2011



5.26

Virtual leg coupling for walk

In questo modo paragoniamo le due arti posteriori alla ruota posteriore e la ruota anteriore alle due arti anteriori. Mentre la flessibilità della schiena è la parte che si vuole aggiungere alla bicicletta in fase di progettazione.

Si nota che i ghepardi sono quadrupedi mentre la bicicletta ha solo due punti di appoggio, ma questo paragone è accettabile in quanto, una semplificazione dei quadrupedi in accoppiate di zampe può essere efficacemente utilizzato per descrivere una approssimazione della camminata di diversi animali. La costruzione di "gamba virtuale" è stata introdotta per studi di robotica da M. H. Raibert, M. Chepponis, e H. B. Brown Jr. in "Running on four legs as though they were one." IEEE Journal of Robotics and Automation, 1986. per semplificare il controllo e la dinamica di un sistema multi-piede. Egli definisce 3 tipi di accoppiamenti in base al movimento animale come descritto nella figura di seguito.

Il terzo caso definito "Bound" è una semplificazione adatta alla tipica andatura del ghepardo e dei levrieri. Per ottenere un paragone più vicino alla realtà bisogna considerare una maggiore energia persa in collisione e maggiore tempo trascorso in posizione (la somma di entrambi questi parametri per ogni piede nella copia considerata).

5.3.3

Perché il ghepardo

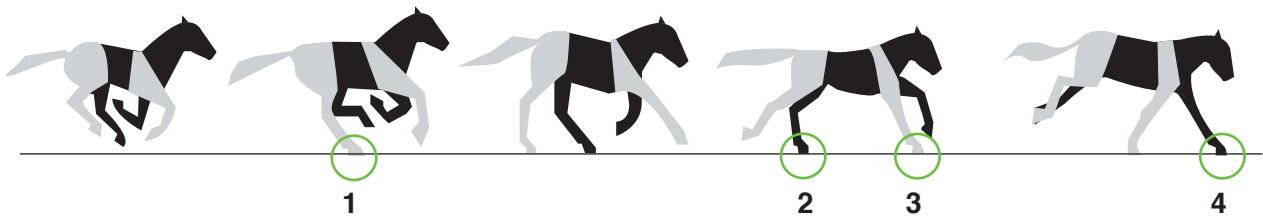
Si nota che il ghepardo non è l'unico animale che utilizza il galoppo e non è l'unico animale che dimostra una flessibilità della colonna vertebrale e accumulo di energia in essa.

Di seguito alcune considerazioni che hanno portato a considerare il ghepardo il principale modello naturale di riferimento di questo progetto.

In anzi tutto, possiamo escludere i bipedi in quanto essi hanno la colonna vertebrale perpendicolare a terra, e non corrisponde alla struttura orizzontale delle biciclette.

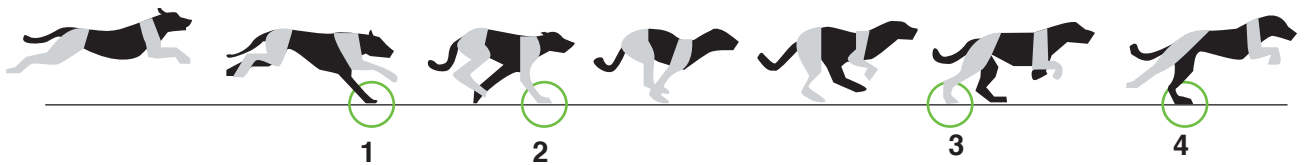
GALOPPO TRASVERSALE

(cavallo)



GALOPPO ROTANTE

(cane, ghepardo)



5.28

In secondo gli animali che si muovono a galoppo si dividono in 2 tipi di andatura:

Il “galoppo trasversale” dove l’atterraggio e decollo sono contro-laterali come succede nel cavallo e il “galoppo rotante” dove l’atterraggio e decollo sono omo-laterali (dallo stesso lato) come nel ghepardo o nei cani.

“Mammals use two distinct gallops referred to as the transverse (where landing and take-off are contralateral) and rotary (where landing and take-off are ipsilateral). These two gallops are used by a variety of mammals, but the transverse gallop is epitomized by the horse and the rotary gallop by the cheetah”¹⁰

La bicicletta risulta paragonabile al “galoppo rotante” in quanto come è stato definito precedentemente è paragonabile all’accoppiata di gambe del tipo “Bound”, ovvero le due posteriori e le due anteriori.

In fine lo studio di Penny E. Hudson, Sandra A. Corr e Alan M. Wilson: *High speed galloping in the cheetah (Acinonyx jubatus) and the racing greyhound (Canis familiaris): spatio-temporal and kinetic characteristics* THE JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY, 2011

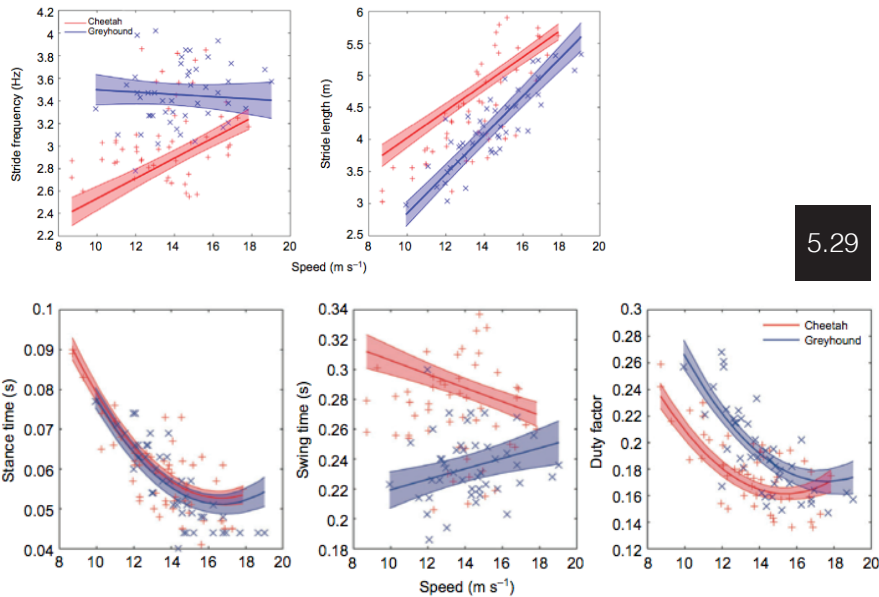
Paragona tra il *Acinonyx jubatus* e il cane del tipo Greyhound (il cane che raggiunge le velocità più elevate), ed indaga perché il ghepardo risulta sempre più veloce.

Gli autori identificano i seguenti 2 parametri:

Stride frequency: il numero di passi per unità di tempo: passi / s o s-1.

- Duty factor: il rapporto tra il tempo trascorso in appoggio sul tempo totale.
- Dal loro studio emerge che: Il ghepardo fa meno ripetizioni e ha i passi più lunghi grazie ad una maggiore estensione della colonna vertebrale.

10 Secondo Brooke M. Haueisen, *“Investigation of an Articulated Spine in a Quadruped Robotic System”* Doctorat of Philosophy (Mechanical Engineering) , The University of Michigan 2011



5.29

“Variation in stride frequency (left) and stride length (right) with increasing speed in the cheetah (red +) and greyhound (blue x). Stride length significantly increased with speed ($P < 0.01$) and cheetahs used significantly longer strides than greyhounds ($P < 0.01$). Stride frequency showed a gradual increase with speed in the cheetah ($P < 0.01$) but no significant change in the greyhound. Across the whole speed range the greyhound used significantly higher stride frequencies than the cheetahs ($P < 0.01$). Lines represent predicted means from the linear mixed models (LMM) \pm s.e.m.”¹¹

Il tempo di appoggio è quasi uguale. Con l'aumento della velocità il ghepardo trascorre maggior tempo in area "Swing time", e meno tempo trascorso sul terreno "Duty factor", questo fatto viene favorito dall'estensione della schiena.

“ Variations in stance time (left), swing time (middle) and duty factor (right) with

11 E. Hudson, Sandra A. Corr e Alan M. Wilson: *High speed galloping in the cheetah (Acinonyx jubatus) and the racing greyhound (Canis familiaris): spatio-temporal and kinetic characteristics* THE JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY, 2011

increasing speed in the cheetah (red +) and greyhound (blue x) for the NLFL. Both stance time and duty factor showed a curvilinear decrease with speed ($P < 0.01$). In the cheetah, swing time decreased with increasing speed, but a weak increase with increasing speed was observed in the greyhound. Cheetahs used significantly longer swing times ($P < 0.01$) and significantly lower duty factors ($P < 0.01$) than the greyhounds. This pattern was observed on all limbs except the LHL, for which cheetahs used significantly longer stance times and swing times.⁹²

Questi sono i motivi per i quali è stato selezionato il ghepardo come principale modello di riferimento.

12 E. Hudson, Sandra A. Corr e Alan M. Wilson: *High speed galloping in the cheetah (Acinonyx jubatus) and the racing greyhound (Canis familiaris): spatio-temporal and kinetic characteristics*” THE JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY, 2011

5.1
(<http://miriadna.com>)

5.2
(<http://jeweell.com/ct>)

5.3
(<http://immagini.4ever.eu>)

5.4
(<http://devinmartin.blogspot.co.il/>)

5.5
(<http://wallpacer.com/>)

5.6
(<http://culture.you-ng.it>)

5.7
(<http://mountainbike.bicilive.it/>)

5.8
(<http://wallpapers-hq.ru/>)

5.9
(<http://www.alpenglowimagesphotography.com/>)

5.10
(<http://devinmartin.blogspot.co.il/>)

5.11
(<http://imageshack.us/>)

5.12
(<http://www.triridemtb.com/>)

5.13
(<http://devinmartin.blogspot.co.il/>)

5.14
(<http://www.bbc.co.uk/>)

5.15
(<http://www.triridemtb.com/>)

5.16
(<http://www.asknature.org/>)

5.17
(<http://www.schwalbe.com/>)

5.18
(<http://jukani.co.za/>)

5.19
(<http://www.schwalbe.com/>)

5.20
(<http://eswalls.com/>)

5.23
(<http://www.bbc.co.uk/nature/>)

5.24
(Illustrazione secondo; M. Hildebrand. *Further studies on locomotion of the cheetah. Journal of mammalogy* 1961.)

5.25
(Illustrazione secondo; M. Hildebrand. *Further studies on locomotion of the cheetah. Journal of mammalogy* 1961.)

5.26
(Illustrazione secondo; M. Hildebrand. *Further studies on locomotion of the cheetah. Journal of mammalogy* 1961.)

5.27
(M. H. Raibert, M. Chepponis, e H. B. Brown Jr.

in "Running on four legs as though they were one." *IEEE Journal of Robotics and Automation*, 1986.)

5.28
(Illustrazione secondo; M. Hildebrand. *Further studies on locomotion of the cheetah. Journal of mammalogy* 1961.)

5.29
(Illustrazione secondo; M. Hildebrand. *Further studies on locomotion of the cheetah. Journal of mammalogy* 1961.)

6

Define Context



L'obiettivo della seguente fase è determinare il “Context”, il campo di intervento, che si esplicita col mondo delle Mountain bike da Downhill. Si determineranno le diverse tipologie di MTB per mettere in evidenza le caratteristiche specifiche della categoria Downhill. Successivamente verranno descritte le specifiche tecniche e considerazioni utili allo scopo di questo progetto.

6.1

Mountain bike da Downhill

Le mountain Bike (MTB) si possono classificare in base al loro telaio e sospensioni:

“Rigide”: senza sospensioni.

“Front suspended” o *“hardtail”*: con forcella ammortizzata anteriore.

“Full suspended” o *“biammortizzate”* o *“softail”*: con forcella ammortizzata anteriore e sistema ammortizzante posteriore integrato nel telaio



“Rigide”

6.2



“Front suspended”

6.3



“Full suspended”

6.4

Tabella in Allegato

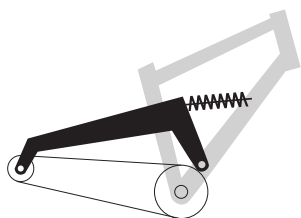
6.2

Le Sospensioni

6.2.1

Tipologie di sospensione Posteriore

Monoshock/ Monopivot

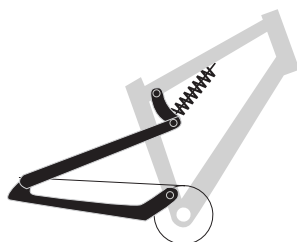


Il carro è collegato al telaio tramite un solo punto di articolazione. È uno schema semplice, affidabile, ed economico. Per contro ha un livello di funzionalità non molto alto, in pratica pedalando, la sospensione tende ad oscillare con il movimento dei pedali, cosa che spreca energie del ciclista e riduce il comfort.



6.12

Quadrilatero Deformabile con Rocker Link

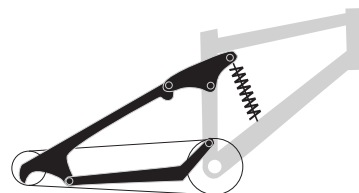


La sospensione è a forma di quadrilatero, con quattro punti di articolazione, di cui uno sui foderi in alto.



6.13

Quadrilatero con giunto Horst (FSR)

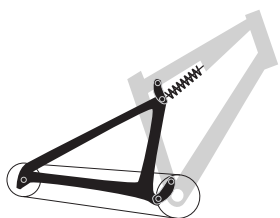


Evoluzione del quadrilatero deformabile, di cui riprende lo schema, ponendo però un punto di articolazione sui foderi bassi (anziché sugli obliqui). Rende la sospensione poco sensibile alla pedalata, cioè non crea ondeggiamenti della bici pedalando, cosa presente sul monoshock o sui quadrilateri deformabili. Prende il nome dal suo ideatore, Horst Leitner. Il brevetto del "quadrilatero horst" è attualmente di proprietà della Specialized



6.14

Floating Pivot Point (Vpp,DW Link e Maestro)



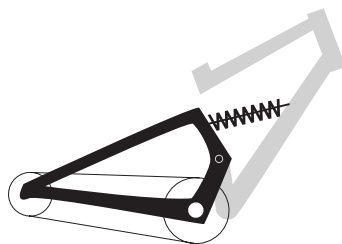
È una sospensione equiparabile ad un quadrilatero articolato, con l'infulcro flottante collegato al carro posteriore e al triangolo principale tramite due link corti. Il carro posteriore in sostanza si muove intorno alla zona del perno principale, molto di più rispetto ad altri schemi, ognuno dei quali è saldamente vincolato al pivot su cui s'infulcra.

il VPP (virtual pivot point) viene utilizzato dai marchi: Santa Cruz , Intense e Giant (la prima detiene il brevetto), il DW-Link invece viene utilizzato da Ibis, Pivot e Turner, e la Switch Technology da Yeti.



6.15

U.r.t



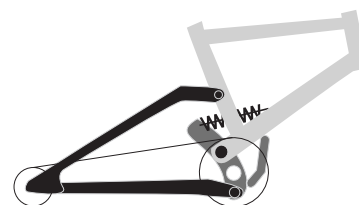
È una sospensione in cui il movimento centrale (cioè l'asse su cui ruotano le pedivelle) è collegato al carro posteriore e non alla parte anteriore del telaio.

È in disuso, per la sue scarse prestazioni, e viene usato solo più su bici di bassissima gamma.



6.16

i-Drive & AOS (independent drive system)



La scatola del movimento centrale è svincolata sia dal triangolo anteriore sia dal carro posteriore.

È un'elaborazione del carro URT (Unified Rear Triangle) in cui il movimento centrale era vincolato al carro ammortizzato. L'idea originale aveva una traiettoria della ruota posteriore assimilabile a un monopivot infulcrato alto (per scavalcare meglio gli ostacoli) limitando però l'effetto sulla pedalata. L'ultima interpretazione AOS è più moderna, con un basso centro di gravità, un rendimento più neutro, una maggiore sensibilità iniziale e una curva più controllata e sostenuta.



6.17

6.2.2

Le Sospensioni, Funzionamento ed Effetti Collaterali

Le sospensioni sono una parte indispensabile delle biciclette da DH, esse danno vita a questo tipo di sport. Allo stesso tempo però, in quanto sistemi complessi, causano diverse problematiche che devono essere prese in considerazione nella fase di progettazione. Il seguente capitolo riporterà alcuni termini relativi al funzionamento delle sospensioni, che verranno presi in considerazione nelle scelte progettuali relative al lavoro in corso.

escursione

L'escursione alla ruota è la lunghezza che la ruota è in grado di coprire quando la sospensione arriva a fine corsa. Quanto più la ruota è in grado di muoversi verso l'alto, quanti più saranno i millimetri di escursione.

“Nell'avantreno l'escursione alla ruota coincide direttamente con l'escursione (o corsa) della forcella. Nel caso invece della sospensione posteriore, il discorso è più complicato. La ruota non è fissata direttamente all'ammortizzatore, ma tra di loro c'è un sistema di aste e bielle che moltiplica il movimento. Solitamente il movimento della ruota è maggiore rispetto a quello dell'ammortizzatore di 2-3,5 volte. Questo permette agli ammortizzatori di essere più piccoli e più leggeri. Si distinguono quindi due parametri: l'escursione posteriore (misurata alla ruota) e la corsa dell'ammortizzatore. Facendo il rapporto tra il primo ed il secondo si ottiene il rapporto medio di compressione del carro, caratteristica importante per capire quanto è “stressato” l'ammortizzatore.”

Risulta a questo punto piuttosto scontato che una sospensione con più corsa è in grado di assorbire meglio gli ostacoli. Non a caso le bici da Downhill hanno escursioni anche al di sopra dei 200mm. Se per la discesa pura, avere anche 220mm comporta molti vantaggi, quando si pedala l'escursione gioca invece un ruolo negativo: durante la pedalata con una bicicletta biammortizzata ci sono alcuni fastidiosi fenomeni di dissipazione di energia quali il bobbing e lo squat; quando spingiamo sui pedali, una parte dell'energia che noi forniamo viene dissipata tramite movimenti indesiderati della sospensione che limitano l'efficienza della pedalata.

Vediamo allora che minore è l'escursione della sospensione, minori saranno i movimenti indesiderati e minore di conseguenza sarà l'energia dissipata.

1 Odaniel Naftali, “Sospensioni ed escursione” <http://www.mtb-mag.com/>, gennaio 2013

“Il sag (o affondamento statico della sospensione) è un parametro che sta ad indicare quanto affonda la sospensione in condizioni statiche. Bici ferma, rider in assetto di marcia (con zaino e protezioni addosso), si misura di quanto affondano le sospensioni. Il valore misurato determina il sag”.²

“Quando aumenta la pendenza, il baricentro tende a spostarsi all’indietro, caricando quindi la sospensione posteriore. Il risultato è che, essendo caricata maggiormente, la sospensione affonda di più, ovvero aumenta il sag. Questo implica delle importanti variazioni geometriche: l’angolo sterzo si apre, l’angolo sella risulta più disteso. Il risultato è che la bici tende ad impennarsi, costringendo il rider ad abbassare il busto assumendo una posizione non molto comoda per pedalare.”³

“Se su squat e bobbing si può intervenire con apposite soluzioni nella cinematica della sospensione o con le piattaforme stabili, la variazione di carico in salita è un fenomeno contro cui si può fare ben poco. L’unica soluzione è quella adottata da Cannondale e Scott: limitare la corsa dell’ammortizzatore.”⁴

La curva di compressione

Si tratta di un diagramma cartesiano, sulle cui ascisse riportiamo l’affondamento e sulle ordinate la forza applicata, ovvero come varia l’affondamento al variare della forza applicata

Si possono intensificare tre diversi comportamenti:

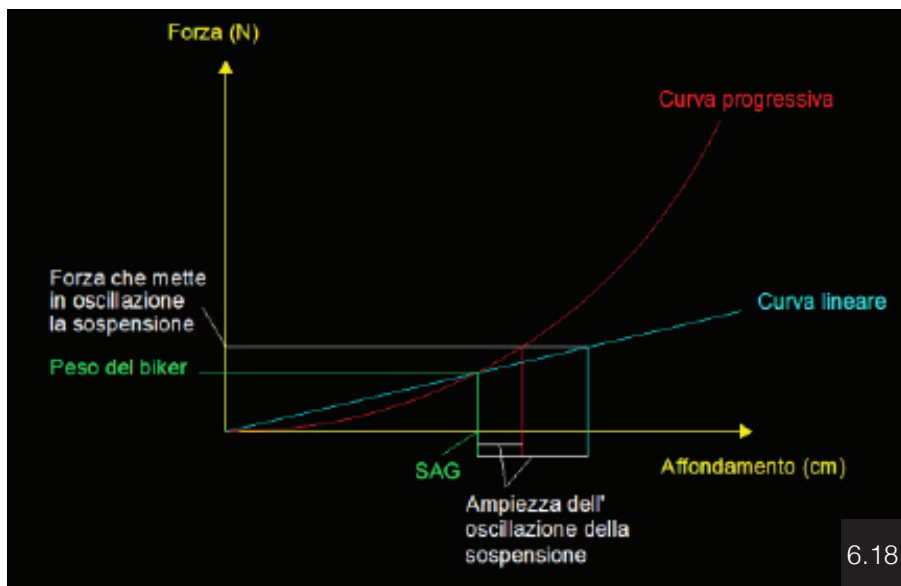
- **Curva progressiva:** una curva la cui pendenza è progressivamente crescente. Questo significa che per ottenere un affondamento unitario (ad es. 1cm) servirà sempre più forza mano a mano che ci si avvicina al fine corsa. Più la sospensione affonda, più si indurisce.

- **Curva lineare:** in questo caso la curva è una retta. Il comportamento di questa

2 Odaniel Naftali, “Sospensioni ed escursione” <http://www.mtb-mag.com/>, gennaio 2013

3 Odaniel Naftali, “Sospensioni ed escursione” <http://www.mtb-mag.com/>, gennaio 2013

4 Odaniel Naftali, “Sospensioni ed escursione” <http://www.mtb-mag.com/>, gennaio 2013



6.18

sospensione risulta quindi costante su tutta la corsa. Per ottenere un affondamento unitario servirà sempre la stessa forza, sia che ci si torvi all'inizio che vicini al fine corsa.

- **Curva regressiva:** una curva la cui pendenza è progressivamente decrescente (derivata seconda negativa, concavità rivolta in basso). In questo caso la sospensione diventa più morbida mano a mano che affonda. E' evidente che un comportamento del genere è inaccettabile per una sospensione, per cui non troveremo mai una sospensione regressiva. Una curva regressiva si può trovare invece sui carri delle biciclette full, dove in abbinamento ad un ammortizzatore progressivo, permette di ottenere una sospensione posteriore complessivamente lineare (nella sospensione posteriore le curve di compressione di telaio ed ammortizzatore si sommano).⁵

Quando il rider pedala e la bicicletta ammortizzata, parte dell'energia viene scaricata sui pedali e l'altra parte viene dissipata dalle sospensioni. I fenomeni di dissipazione dell'energia in pedalata sono dovuti a due motivi:

⁵ Odaniel Naftali "Sospensioni e curva di compressione: meglio progressive o lineari?" <http://www.mtb-mag.com/>, ottobre, 2013

• **Bobbing** *“si tratta di un movimento oscillatorio a frequenza costante, causato dal movimento verticale delle gambe. La forza che applichiamo sui pedali non è infatti costante su tutta la circonferenza descritta dal pedale, ma ha dei picchi (quando il pedale è ad ore 3 e 9) e dei punti morti (quando il pedale è ad ore 6 e 12). Questa continua variazione della forza crea una “pulsazione” che mette in movimento le sospensioni causando dispersione di energia. Il bobbing esiste sia sulla forcella che sul carro posteriore.”*

• **Squat** *“quando aumentiamo la nostra velocità, il nostro corpo è soggetto ad un “trasferimento di carico” verso il posteriore. Questo trasferimento di carico fa comprimere la sospensione posteriore con un fenomeno chiamato squat. La sospensione, comprimendosi, assorbe parte dell’energia che forniamo alla bicicletta, riducendo l’efficienza di pedalata. Lo squat è caratteristico del solo carro posteriore.”*

Esiste una correlazione tra la curva di compressione e questi fastidiosi fenomeni dissipativi: la dispersione di energia è maggiore per la sospensione lineare.

Riassumendo, la progressività della sospensione permette di ridurre i fenomeni oscillatori di bob e squat, rendendo la sospensione più efficace in pedalata.

Un altro fenomeno collaterale dovuto alle sospensioni è il

Pedal feedback:

Quando la sospensione si comprime, la ruota posteriore sale e si allontana dal anello anteriore della catena, tirando la catena stessa. Questo movimento causa una momentanea rotazione dei pedali nella direzione opposta al movimento. Il ciclista deve in quel momento superare la forza del pedal feedback, ciò disturba slancio e ritmo e causa rallentamento.

Traiettoria ruota

“La traiettoria ruota (o wheel path in inglese) è il percorso che segue la ruota con il comprimersi della sospensione. In maniera più precisa può essere definita come il luogo geometrico dei punti occupati dal centro del mozzo, istante per istante con il comprimersi della sospensione.”

parlando della ruota anteriore la traiettoria è facilmente identificabile con una

linea retta parallela agli stali della forcella e di lunghezza pari all' esecuzione di essa. La sua inclinazione dipende dal angolo di sterzo.

Per quanto riguarda la sospensione posteriore, essendo la ruota collegata ad un sistema di bielle, la traiettoria della ruota non sarà praticamente mai rettilinea ma seguirà una traiettoria curva.

La traiettoria ruota svolge un ruolo estremamente importante nel determinare come l'urto contro un ostacolo viene assorbito e di conseguenza il comportamento della bicicletta e dello schema di sospensione.

Traiettoria ruota:

La forza V (verticale) è la componente della forza F nella direzione della tangente alla traiettoria ruota. V è la quantità di forza che viene assorbita dalla sospensione. La forza O (orizzontale) è la componente della forza F nella direzione perpendicolare (o normale) alla traiettoria ruota. O è una forza che si oppone al moto della bici, rallentandolo.

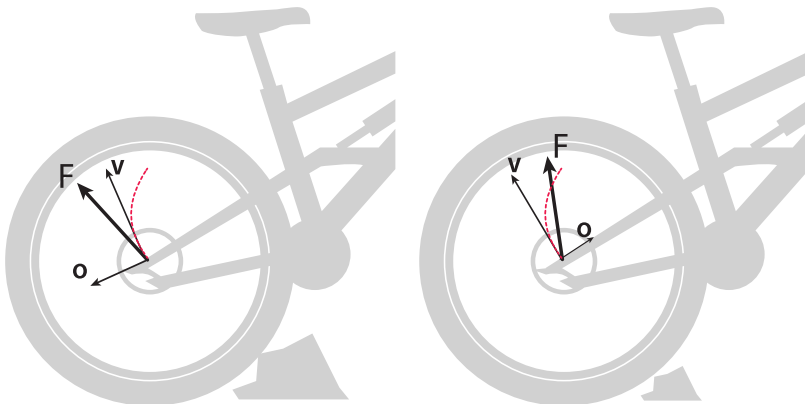
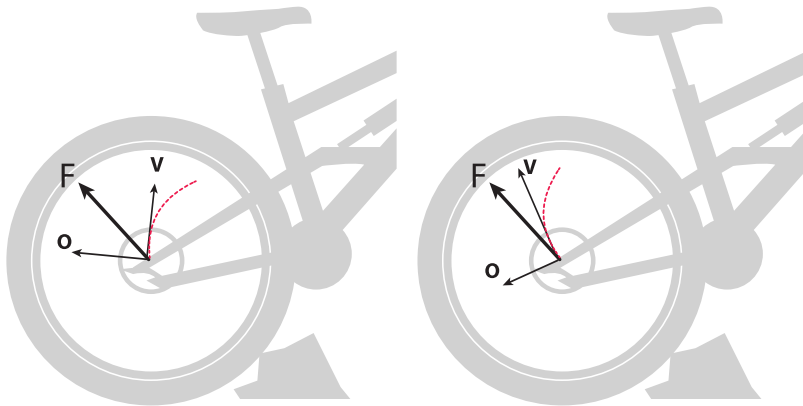
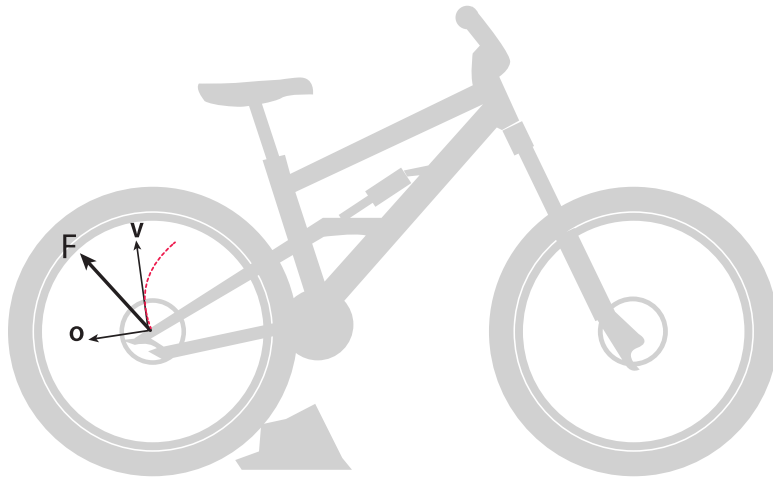
Inclinazione della traiettoria ruota

Vediamo due casi:

Traiettoria ruota inclinata in avanti: in questo caso la componente V assorbita dalla sospensione è piccola, la componente O è invece più grande. Questo significa che la sospensione assorbirà solo una piccola parte dell'urto. Traiettoria ruota inclinata indietro: a differenza del caso precedente, la traiettoria ruota è quasi tangente alla forza F . Questo significa che quasi tutta la forza F viene assorbita dalla sospensione (non a caso V è molto grande, quasi pari ad F) e la componente di forza o che non viene assorbita è molto piccola. Se la componente O è piccola, la sospensione assorbe in maniera ottimale l'ostacolo, se la componente O è grande l'assorbimento sarà meno efficace.

Influenza della dimensione del ostacolo:

Se la forza F è meno inclinata della traiettoria ruota (nel caso di ostacoli piccoli) la componente O non costituisce più una resistenza ma diventa una forza a favore del moto, che "spinge" la bici in avanti. Chi ha provato schemi di sospensione con traiettoria ruota molto inclinata si sarà accorto che la bici tende quasi ad accelerare sui piccoli medi ostacoli, ecco la spiegazione pratica di questo fenomeno.



6.19

6.2.3

Sospensioni Non Tradizionali

AFAV

(anni 50)

Ammortizzatori, sia anteriori che posteriori, composti da anelli di vetroresina.



5.20

Vélastic

(1925)

Per ottenere l'ammortizzamento la sedia è stata montata sull' estremità di una serie di lastre flessibili anziché sull' estremità di un tubo rigido.



5.21

Beamer

Mike e Jim Allsop, (1989)

Versione rivisitata della bicicletta "Vélastic".

Una tipologia diversa di sospensione è stata commercializzata con il nome "Softride Suspension Systems", dove la sella viene sospesa su un braccio allungato e non collegata in modo rigido al telaio.



5.22

SLINGSHOT

Mark Groendal per Slingshot, (1991)

L'idea è quella di creare una struttura più flessibile eliminando la parte bassa della struttura e la sospensione posteriore rendendo flessibile la parte superiore con l'inserimento di una parte di vetroresina e mettendo tutta la struttura insieme in tensione con un cavo di acciaio e una molla.



5.23

Atb

Alex Molton (1991)

In questa bicicletta con ruote piccole e peso ridotto troviamo una sospensione di gomma.

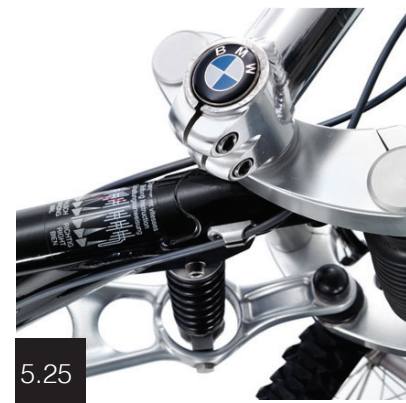


5.24

Super-Tech

BMW (1997)

Una bicicletta pieghevole bi ammortizzata con un ulteriore doppia ammortizzazione anteriore per prevenire immersioni della forcella in frenata, impedendo il ribaltamento del ciclista in avanti. Questo sistema però porta ad una minore ammortizzazione rispetto alle soluzioni tradizionali.

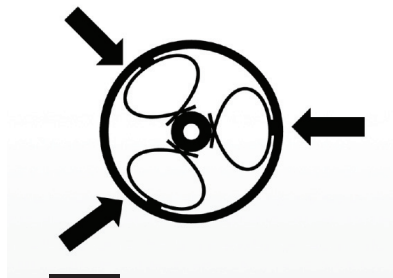


5.25

Loopwheel

Sam Pearce (2009)

Una sospensione incorporata nella ruote, composta da 3 mole ad anello di un composito di carbonio. A differenza della sospensione della forcelle che si muove su un singolo piano, questa sospensione tangenziale funziona in tutte le direzioni.



6.26

SoftWheel

Amichay Gross (2011)

Una sospensione simmetrica e selettiva che permette alla ruota di rimanere rigida la maggior parte del tempo e ammortizzare quando è necessario in più direzioni.



6.27



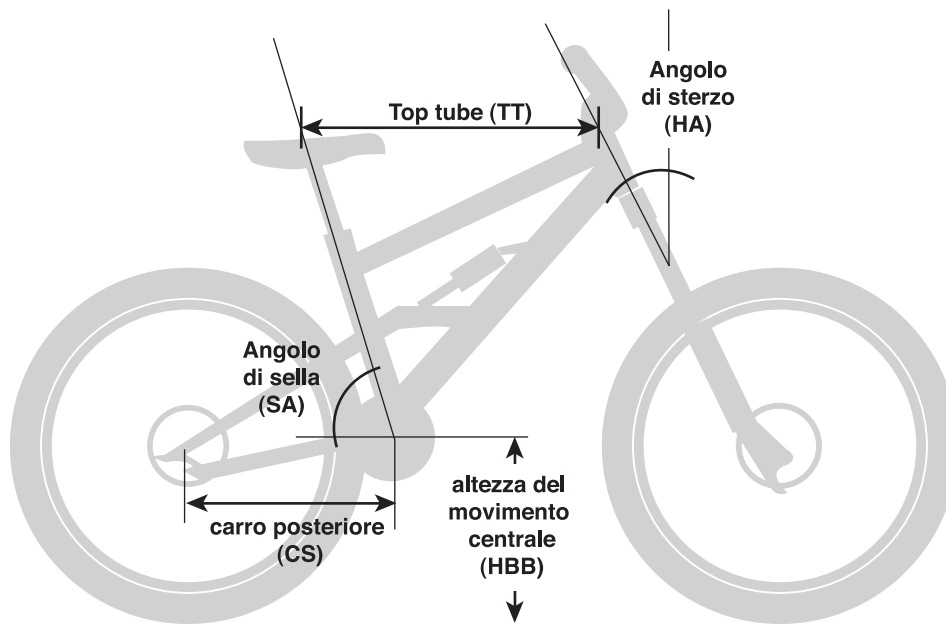
6.3

Geometria del Telaio

In questo capitolo verranno riportate le principali caratteristiche strutturali che determinano il comportamento di una bicicletta da DH, con maggiore attenzione alle parti di interesse del progetto in corso .

Di seguito le 6 misure del telaio che hanno la maggiore influenza sul comportamento della bicicletta da Downhill.

- Interasse (Passo)
- lunghezza del top tube (TT)
- angolo di sterzo (HA)
- angolo di sella
- lunghezza del carro posteriore (CS)
- altezza del movimento centrale (HBB)



6.29

6.3.1

l'Interasse

L'interasse è definito come la distanza fra il centro (asse) della ruota anteriore e il centro della ruota posteriore.

Banalizzando potremo dire che l'interasse (il passo) più lungo rende la bicicletta più stabile. Mentre interasse più corto rende la bicicletta più maneggevole.

L'interasse più lungo è uno dei modi principali per ottenere il centro di gravità del sistema bicicletta; in questo modo il rider avrà una posizione più centrale e di conseguenza una maggiore aderenza di entrambe le ruote sul terreno, ovvero meno possibilità di ribaltamento. Verrà descritto con maggior approfondimento nel capitolo relativo al centro di gravità.

Il passo varia a seconda della lunghezza del tubo orizzontale, o per meglio dire, varia in maniera pressoché proporzionale alla lunghezza dell'OV (orizzontale virtuale). La stessa bici avrà quindi un passo più lungo maggiore sarà la taglia del telaio e di conseguenza la lunghezza dell'OV. La lunghezza del passo dipende inoltre dall'angolo di sterzo: un angolo di sterzo più aperto, a parità di forcella, farà avanzare maggiormente il mozzo anteriore e aumenterà la lunghezza del passo. Inoltre il passo dipende dalla lunghezza del carro. A parità di quote geometriche del triangolo principale, un carro più lungo determina necessariamente un allungamento del passo.

Il passo è influenzato così anche dal diametro delle ruote che come visto in precedenza per le MTB da DH varia da 27.5 a 29 pollici. Aumentando il diametro delle ruote aumenta la lunghezza del carro e determina necessariamente un aumento del passo.

6.3.2 Il Top Tube (TT)

In discesa la posizione del corpo del rider deve essere più eretta rispetto a quella assunta quando lo stesso pedala e quindi avremo bisogno di un telaio con top tube più corto di quello che utilizziamo per pedalare; ciò spiega perché a parità di taglia troveremo bici con distanza sella-manubrio diversa in base alla disciplina, più lunghe per cross country e più corte per enduro o DH.

Si ricorda che la medesima distanza sella manubrio si può avere tranquillamente su due differenti taglie della stessa bici andando a variare l'attacco manubrio. *“Ultimamente c'è la tendenza ad avere top tube lunghi e attacchi manubri corti nella discesa (ma anche nell'xc si sta iniziando a vedere questa tendenza e i vecchi attacchi da 130-110 stanno man mano lasciando il posto ad attacchi da 100-75). Questo perché i percorsi nelle gare si fanno sempre più veloci e con poche curve strette o a gomito. Questo significa che la bicicletta dovrà essere votata ad una ricerca di stabilità maggiore nelle fasi di discesa senza penalizzare la fase di spinta in salita (o di rilanci nel caso delle DH).”*

“Più l'attacco è lungo, maggiore è la tendenza al ribaltamento della bici. “ Quando la ruota anteriore impatta su un ostacolo, si genera una forza F diretta verso il mozzo. Questa forza si trasferisce sulla forcella e tramite la forcella (che la smorza in buona parte) arriva alla pipa. Il nostro corpo si oppone a questa forza con una spinta delle mani sul manubrio. Manubrio e canotto della forcella non sono però in asse, ma sono disallineati di una distanza pari a circa la lunghezza della pipa. Questo disallineamento provoca un momento (o movimento?) ribaltante che è a sfavore della stabilità. Maggiore è questo momento, maggiore è la tendenza al ribaltamento.”

1 Jack Bisi “[RCM] Bike check: Geometrie telaio” /<http://www.mtb-mag.com/> Febbraio, 2014

2 Ddaniel Naftali ,” La giusta taglia: meglio una bici più grande o più piccola?”<http://www.mtb-mag.com/> maggio 2013

“A parità di telaio una taglia in più o in meno significa anche una variazione dell’interasse e quindi della risposa del telaio. Ovviamente questa misura inficia anche la distribuzione dei pesi che, ovviamente, con top tube lungo potranno essere più centrali sia in salita che in discesa. Il ribaltamento si ha infatti quando la proiezione verticale del baricentro del sistema bici/riders non sta più nello spazio compreso tra le impronte a terra delle due ruote. Ovviamente con una bici con interasse più lungo questo spazio è maggiore e quindi sarà minore la sensazione di ribaltamento, sia in avanti che indietro.”³

Riassumendo, un top tube più lungo comporta ad una bicicletta maggiore stabilità e una postura del rider più centrale, avendo meno bisogno di fuorisella e spostamenti di carico repentini.

Un top tube più corto invece comporta ad una bicicletta più maneggevolezza, richiedendo una guida più attiva e più mobile al fine di regolare il baricentro.

6.3.3

Angolo di sterzo (Head Tube Angle-HA)

Sulle bici da discesa vi sono angoli molto aperti rispetto ad altre discipline perché risulta che un angolo più disteso fornisca maggiore stabilità e assorbimento delle asperità. Per il DH sono diffusi angoli nel range di 63° - 65°. L'introduzione di nuovi standard di ruote ha rivoluzionato le quote in gioco. Al crescere del raggio della ruota dovrà diminuire l'angolo di sterzo.

“...necessiterà di una guida più aggressiva e avanzata. In particolare nello stretto sarà semplice trovarsi troppo arretrati, e dovremo quindi guidare tutti in avanti per cercare la performance e per riuscire a chiudere le curve in tempo utile.... Per quanto riguarda invece le fasi veloci o molto sconnesse del percorso, un angolo di sterzo più aperto ci permetterà una guida più redditizia e diretta, imponendo meno spostamenti di carico poiché arriveranno meno sollecitazioni e meno rischi di impuntamento.”⁴

Un angolo di sterzo più chiuso invece comporta ad una maggiore maneggevolezza nelle zone strette e sul ripido ed è più vantaggioso in salita.

3 Jack Bisi “[RCM] Bike check: Geometrie telaio” /<http://www.mtb-mag.com/> Febbraio, 2014

4 Jack Bisi “[RCM] Bike check: Geometrie telaio” /<http://www.mtb-mag.com/> Febbraio, 2014

6.3.4

Angolo Sella (Seat Tube Angle-SA)

Un angolo sella più verticale permette una posizione del corpo più avanzata in pedalata. La bici risulterà quindi con una distribuzione dei pesi più votata alla salita. Chiudendo questo angolo la sella tende ad arretrare, permettendo così al corpo più libertà di movimento sulla bicicletta

“Questa variabile risulta molto evidente nella guida a sella alta e nella pedalata. Nella guida a sella bassa non è così fondamentale, a patto di utilizzare selle che permettano una buona mobilità delle gambe pur essendo in mezzo alla traiettoria delle stesse...In realtà questo parametro, durante la guida in piedi di una mtb, si sente relativamente. In quel caso infatti saranno più importanti altri parametri (comunque dipendenti anche dall'angolo sella)...”⁵

Un angolo sella più verticale comporta ad una miglior distribuzione dei pesi in salita. Mentre un angolo sella più chiuso comporta una distribuzione dei pesi più arretrata e maggiore mobilità sulla bici.

6.3.5

Carro posteriore (ChainStay-CS)

I carri delle biciclette biammortizzate si attestano intorno ai 430-450 mm (dal centro di movimento centrale al centro del perno della ruota posteriore). Un carro più lungo permette al baricentro di spostarsi più indietro senza che la bicicletta inizi ad alzare la ruota anteriore. In discesa analogamente un carro lungo renderà la bicicletta più stabile sul veloce e sullo scassato. Un carro corto permetterà invece un più facile cambio di direzione.

Spesso i carri delle bici di oggi sono modificabili in lunghezza tramite frollini o sistemi con boccole.

⁵ Jack Bisi “[RCM] Bike check: Geometrie telaio”/http://www.mtb-mag.com/ Febbraio, 2014

Un carro più lungo comporta maggiore stabilità e meno problemi di alleggerimento dell'anteriore su salite ripide. Un carro più corto invece, comporta maggior maneggevolezza e reattività.

6.3.6

Altezza movimento centrale (HBB)

Questo parametro agisce fortemente sulla distribuzione dei pesi e in particolare sul baricentro del sistema bici-rider. Un baricentro basso comporterà una stabilità maggiore ed una sensibilità maggiore rispetto al terreno, quindi in generale permette una guida migliore e donerà allo stesso tempo stabilità e maneggevolezza; rimane però un problema: ossia la probabilità di toccare su rocce o radici o si strusciare per terra in caso di atterraggi violenti o escursioni generose della bici (quindi grosso abbassamento).

Tra tutti, questo è il parametro che più ci fa percepire una bici maneggevole e rapida nei cambi di direzione rispetto ad un'altra.

Riassumendo, un movimento centrale più basso comporta maggiore stabilità e maneggevolezza, mentre un movimento centrale più alto offre più luce da terra.

Di seguito il dimensionamento di 5 casi studio; biciclette da DH prodotte nel 2014 dalle aziende leader nel settore: Trek, Gt, Specialized, Santa Cruz e Giant.

TREK

2014

Session 9.9



Ammortizzatore posteriore - AOS

Ruote : 26 pollici

Telaio in composito a base di fibre di carbonio

	S	M	L	XL
Interesse	1169mm	1184mm	1209mm	1230mm
TT	573mm	588mm	613mm	634mm
HA	63.6 °	63.6 °	63.6 °	63.6 °
SA	70°	70°	70°	70°
CS	441mm	441mm	441mm	441mm
HBB	356mm	356mm	356mm	356mm

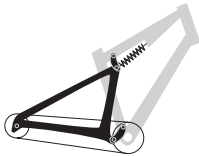
Santa Cruz

2014

V-10



6.31



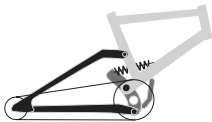
Ammortizzatore posteriore - VVP

Telaio in composito a base di fibre di carbonio

Ruote : 26 pollici

	S	M	L	XL
Interesse	1132.6mm	1172.6mm	1195.1mm	1217.6mm
TT	555mm	595mm	617.5mm	640mm
HA	65°	65°	65°	65°
SA	71.5°	71.5°	71.5°	71.5°
CS	440mm	440mm	440mm	440mm
HBB	375mm	375mm	375mm	375mm

GT 2014 *FURY*



Ammortizzatore posteriore - AOS

Ruote : 26" x 2.5" F/R

Telaio in AL6061 T6 (il modello precedente è disponibile anche in composito di fibre di carbonio)

	S	M	L	XL
Interesse	1167mm	1204mm	1230mm	1255mm
TT	594mm	631mm	657mm	628mm
HA	63°	63°	63°	63°
SA	70°	70°	70°	70°
CS	432mm	432mm	432mm	432mm
HBB	349mm	349mm	349mm	349mm





GT, FURY, in Composito di fibra di carbonio 2013

6.34



GT, FURY, in lega di Alluminio, 2013

6.35

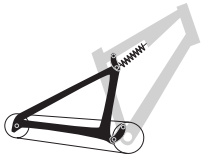
Giant

2014

Glory



6.36



Ammortizzatore posteriore - VVP

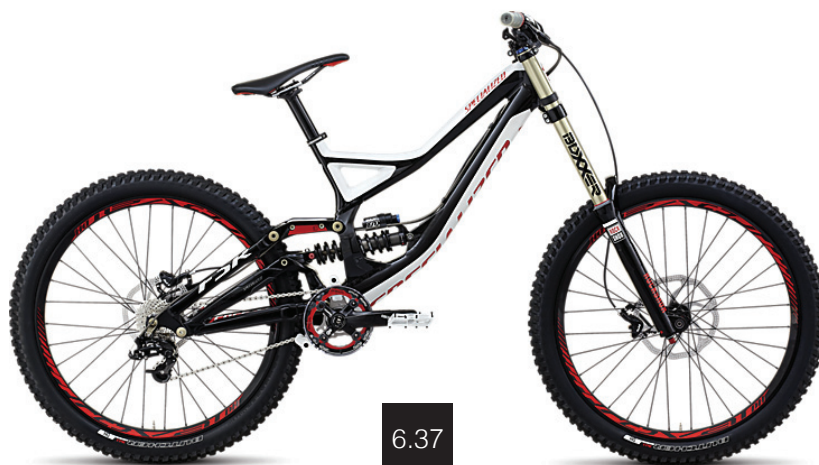
Telaio in lega di alluminio (ALUXX SL sviluppata da gaint)

Ruote : 26 pollici

	S	M	L	XL
Interasse	1029.6mm	1053mm	1077mm	1106mm
TT	555mm	579mm	603mm	632mm
HA	63.5°	63.5°	63.5°	63.5°
SA	61.8°	61.8°	61.8°	61.8°
CS	445mm	445mm	445mm	445mm
HBB	375mm	375mm	375mm	375mm

Specialized 2014

Demo 8 I FSRM5



Ammortizzatore posteriore - FSR



Telaio in composito a base di fibre di carbonio (FACT sviluppata da Specialized)
O legna di alluminio (LEGA M5 sviluppata da Specialized)

Ruote : 26.5 pollici

	S	M	L	XL
Interesse	1151mm	1171mm	1191mm	1208mm
TT	485mm	504mm	517mm	530mm
HA	64°	64°	64°	64°
SA	62°	62°	62°	62°
CS	421mm	421mm	421mm	421mm
HBB	343mm	343mm	343mm	343mm



*Specialized ,Demo 8 I FSRM5 , in Composito di
fibra di carbonio, 2014*

6.38



Specialized ,Demo 8 I FSRM5 , in lega di Alluminio, 2014

6.39

6.4

La Guida

Definiamo la guida attiva come quella guida nella quale siamo perfettamente in grado di anticipare (nella maggior parte dei casi) la risposta della nostra bicicletta. Una guida attiva fornisce quindi maggiore controllo della situazione e una maggiore sicurezza.

Quando il rider affronta una salita o uno scalino, la manovra può essere eseguita in due modi: in modo passivo, arrivando in velocità e rimanendo rigidi o alleggerendo solo l'anteriore, permeando che la bicicletta assorba l'urto e scavalchi l'ostacolo, oppure in modo attivo quando il rider sale sul gradino accompagnando le ruote con i propri movimenti, salendo prima con una ruota e poi con l'altra. Nel primo caso il ciclista non avrà la sicurezza di passare l'ostacolo, se arriverà troppo piano le ruote potrebbero non riuscire a risalire il dislivello. Se anche riuscisse a passarlo il sistema sarà poco redditizio, avendo un grosso rallentamento e un impatto violento delle ruote su uno spigolo.

Nel Downhill il rider è obbligato ad essere attivo. Il progetto in corso si basa su questa considerazione .

Vi sono principi che determinano la guida attiva.

Il primo passo che impara il rider per una corretta guida attiva è l'approccio di andare decisi contro gli ostacoli. *"... in discesa dovrà esserci un continuo attacco al sentiero. Tutte le manovre "difensive" come irrigidirsi, spostare il peso più indietro del dovuto, alzare le spalle, frenare a scatti ecc, sono spesso dettate dalla paura. Il problema è che tutti questi schemi di difesa non fanno altro che peggiorare il controllo del mezzo e farci rischiare maggiormente di andare in terra."*

Un altro aspetto importante della guida attiva è la capacità di anticipare quello che il terreno ci impone per sfruttarlo al nostro favore, altrimenti lo si subisce.

"Gli anticipi sono presenti nella guida di tutti i giorni sia nelle traiettorie che nell'affrontare qualunque tipo di ostacolo. In una pietraia potremo anticipare l'impatto con le pietre più grosse o addirittura utilizzare alcuni lastroni come rampe e atterraggi o per prendere velocità."

1 Jack Bisi *"Bike Check: Steam e pedivelle"* /<http://www.mtb-mag.com/> marzo, 2014

2 Jack Bisi *"Regole Base per una guida Attiva"* /<http://www.mtb-mag.com/> settembre,

La guida si fa con tutto il corpo e lo spostamento del baricentro determina il comportamento del nostro mezzo. *“...Il corpo ha la grande capacità di effettuare una serie enorme di movimenti, di avere tanto “range of motion” e di poterlo utilizzare senza grosse variazioni di forza applicata. In definitiva quando vediamo un rider “rigido” possiamo ipotizzare una staticità di fondo nella sua azione. Al contrario i classici biker dallo stile “morbido” non fanno altro che utilizzare al meglio tutta la loro mobilità.”*³ La coordinazione è infine una componente fondamentale dell'azione. Bisogna riuscire a muovere e attivare la bicicletta a seconda del nostro desiderio.

6.4.1

Biomeccanica del Downhill biking

Il downhill è una disciplina gravity ovvero essa si svolge completamente in discesa, la pedalata dunque serve solo per assistere in pochi momenti. L'attività si svolge su pendii anche molto ripidi e con ostacoli naturali o artificiali, come salti, gradoni alti anche più metri e sezioni sconnesse di rocce e radici. Per controllare il movimento il biker ha a disposizione i seguenti strumenti:

- Scelta della linea da percorrere – il percorso stesso o più precisamente la linea sulla quale si sceglie di affrontare una tratta determina moto della biomeccanica del sistema (per esempio l'ampiezza di una curva o la scelta di superare o evitare un ostacolo).
- Controllo sulla velocità ; I freni che gli permettono di applicare una forza d'attrito alle ruote per rallentare o arrestare la loro rotazione (per poter controllare la loro velocità, senza arrivare ad una frenata completa e al seguente slittamento).

2013

3 Jack Bisi *“Regole Base per una guida Attiva”* /<http://www.mtb-mag.com/> settembre, 2013

La pedalata e i cambi, quando necessario.

- Lo sterzo - La rotazione della ruota anteriore ruotando il manubrio.
- La posizione e il bilanciamento dei pesi – muovendo il centro di massa, il suo baricentro che determina il baricentro dell'intero sistema.
- Il range di movimento della bicicletta - si riferisce ai limiti di un pilota entro i quali egli può spostare la sua bicicletta in relazione a se stesso. Dipende dalla loro statura e dal movimento delle articolazioni e membra.
- La capacità di un pilota di controllare la quantità di pressione che esercita sulla bicicletta e sul terreno.
- Il timing – è fondamentale l'applicazione di ognuno degli strumenti sopra indicati nel momento giusto in relazione alle condizioni del percorso.

6.4.2

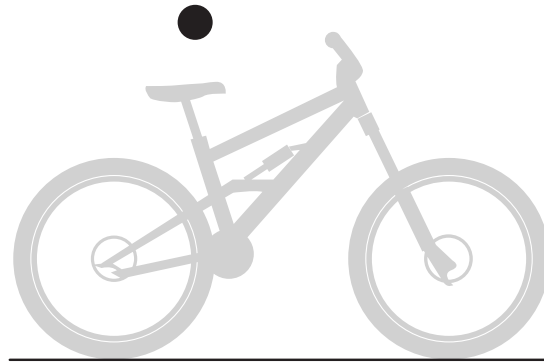
Centro di gravità: tecnica di guida e geometria

Consideriamo il centro di gravità di tutto il sistema biker e bicicletta, prendendo in considerazione solamente il peso del biker. Il peso di una mtb è di molto inferiore rispetto a quello del rider, per cui il centro di massa è strettamente legato alla posizione in sella del rider. Non ha nessun significato pratico o geometrico parlare esclusivamente del centro di gravità della bicicletta.

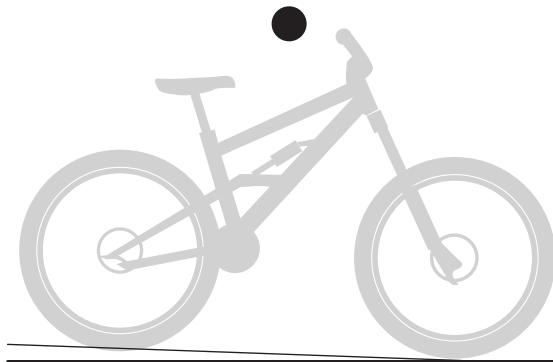
La posizione longitudinale del centro di gravità

- Centrale - In situazione ideale tenuta uguale per le due ruote
- Spostato verso la ruota anteriore - maggior tenuta e grip della ruota anteriore
- Spostato verso la ruota posteriore - maggior tenuta e grip della ruota posteriore

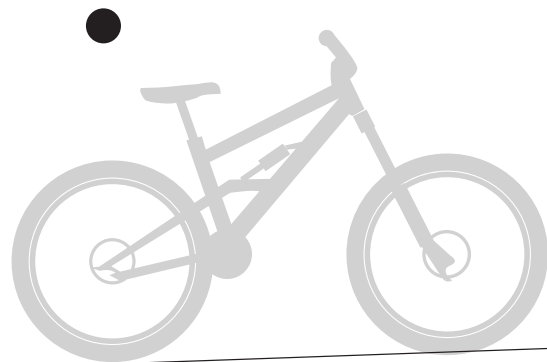
Senza arrivare al limite della perdita di aderenza delle ruote, un centro di gravità in avanti produce sovrasterzo, mentre un centro di gravità arretrato produce sottosterzo.



Centro di gravità centrale.



Centro di gravità spostato in avanti.

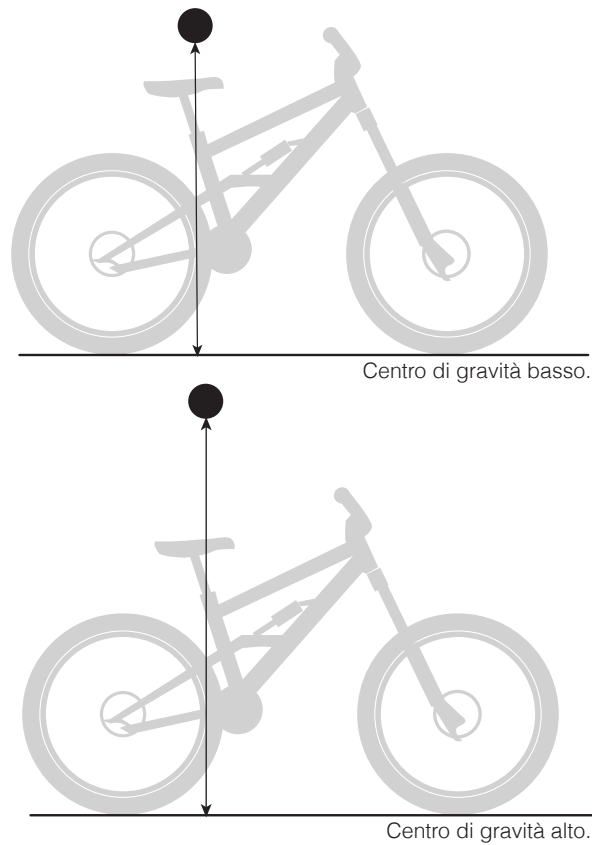


Centro di gravità spostato in dietro.

6.40

La posizione verticale del centro di gravità

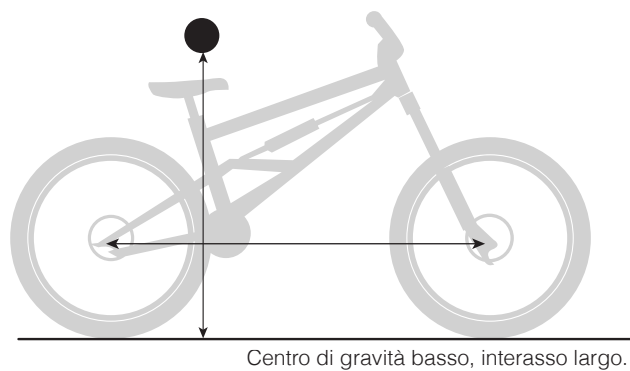
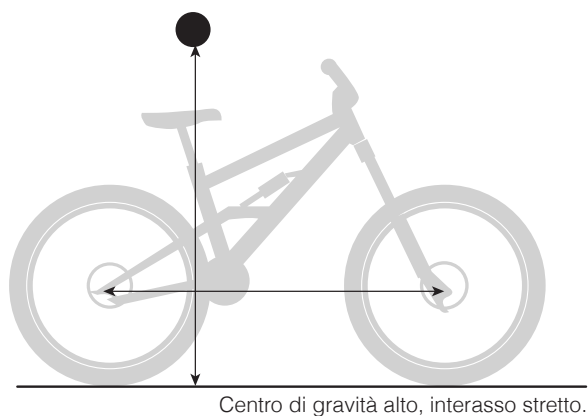
Tanto più basso è il centro di gravità, tanto più la bicicletta sarà stabile sotto i trasferimenti di carico, al contrario di quanto accade con un centro di gravità alto.



6.41

Il trasferimento di carico è determinato principalmente dal passo (o interasse) della bicicletta e dall'altezza del centro di gravità. Un interasse lungo limita i trasferimenti di carico, al contrario di un interasse corto, che rende la bicicletta più soggetta agli ondeggiamenti dovuti a frenate o accelerazioni. Tanto più basso è il centro di gravità, tanto più la bici sarà stabile sotto i

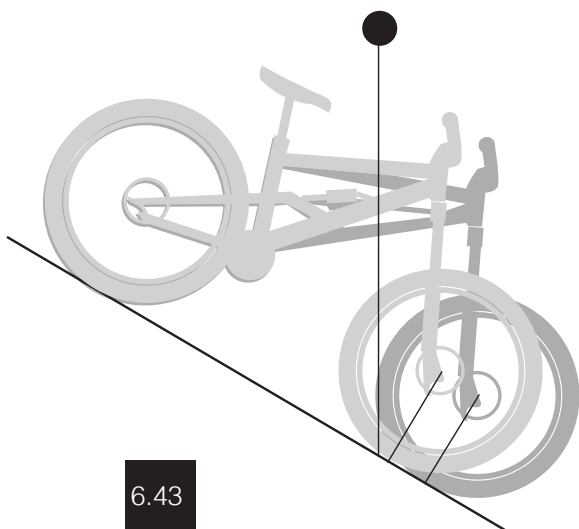
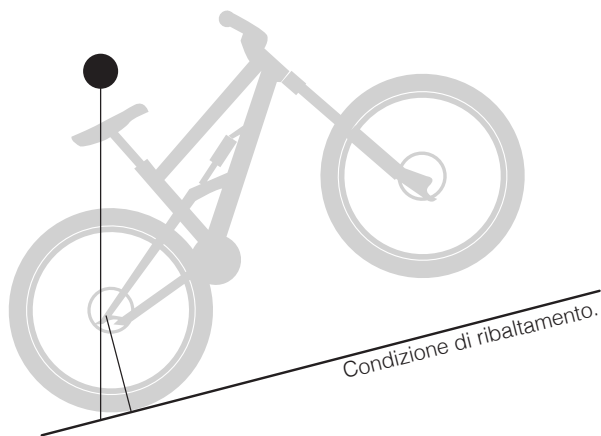
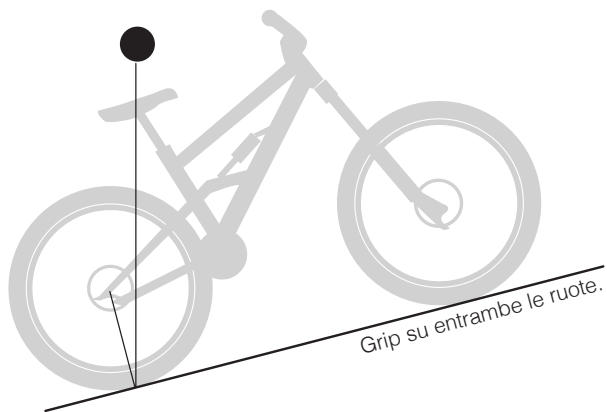
trasferimenti di carico, al contrario di quanto accade con un centro di gravità alto. Per esemplificare: una bici con interasse corto e centro di gravità basso può comportarsi come una bici con interasse più lungo e centro di gravità alto, dal punto di vista dei trasferimenti di carico.



6.42

Il biker può modificare la posizione del corpo per spostare il centro di gravità e cambiare il comportamento della bicicletta per quanto riguarda tenuta, stabilità e maneggevolezza.

La posizione del centro di gravità è sotto totale controllo del rider.



6.43

In terreni viscosi o scivolosi il centro di gravità alto può risultare favorevole per avere un maggior carico e quindi maggior grip sulla ruota anteriore durante le frenate, o sulla ruota posteriore durante le accelerazioni. Nelle frenate importanti un centro di gravità arretrato e basso massimizza l'effetto frenante; su curve strette può essere utile tenere il centro di gravità più alto in modo da sfruttare il trasferimento di carico dovuto alla frenata di ingresso curva; per avere maggiore maneggevolezza su curve ampie e molto veloci, il centro di massa deve essere centrale (o un poco avanzato, come spiegavo in precedenza), oltre che basso per avere la massima tenuta su entrambe le ruote e maggiore stabilità.

*Ricordiamo che si ha il ribaltamento quando la verticale del baricentro cade dietro il punto di contatto della ruota posteriore con il terreno.

*Bicicletta più corta presenterà una minor tendenza al ribaltamento, permettendo un più agevole e sicuro superamento di gradoni, ripidoni e tratti pendenti in genere.



6.1
(<http://eswalls.com/>)

6.2
(<http://www.mtb-mag.com/>)

6.3
(<http://www.mtb-mag.com/>)

6.4
(<http://www.mtb-mag.com/>)

6.5
(<http://www.geax.com/>)

6.6
(<http://www.mtb-mag.com/>)

6.7
(<http://www.trevisomtb.it>)

6.8
(<http://www.dynamite-trails.de/>)

6.9
(<http://www.pinkbike.com/>)

6.10
(<http://www.wallpaperup.com/>)

6.11
(<http://www.vitalmtb.com>)

6.12
<http://www.cyclingnews.com/>

6.13
<http://singletrackworld.com/>

6.14
(<http://www.vitalmtb.com>)

6.15
(<http://www.santacruz bikes.co.uk/>)

6.16
(<http://www.mtb-mag.com/>)

6.17
(<http://www.gtbicycles.com/>)

6.18
(<http://www.gtbicycles.com/>)

6.20-6.25
(<http://www.embacher-collection.at/>)

6.26
(<http://www.loopwheels.com/our-story/>)

6.27
(<http://www.softwheel.co.il/>)

6.28
(<http://daewallpapers.com/>)

- 6.30
(<http://www.trekbikes.com/>)

- 6.31
(<http://www.santacruz bikes.co.uk/>)

- 6.32
(<http://www.gt bicycles.com/>)

- 6.33
(<http://www.mountainbikebitz.com/>)

- 6.34
(<http://www.gt bicycles.com/>)

- 6.35
(<http://www.gt bicycles.com/>)

- 6.36
(<http://www.giant-bicycles.com/>)

- 6.37
(<http://www.specialized.com/>)

- 6.38
(<http://www.leisurelakesbikes.com/>)

- 6.39
(<http://www.leisurelakesbikes.com/>)

- 6.44
(<http://www.chopmtb.com/>)



7

Identify Function

Nel capitolo precedente si è visto come la schiena del ghepardo è una struttura flessibile che si comporta come una molla; essa viene contratta in una fase di “frenata”, ovvero quando le sue zampe anteriori raggiungono terra e il resto del corpo si avvicina. Questa energia viene rilasciata per favorire l’accelerazione durante le fasi di “slancio” e di “volo”, quando gli arti anteriori si distaccano da terra.

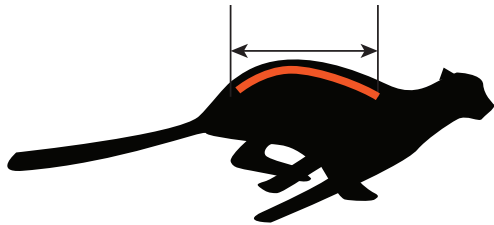
Il Downhill costringe l’atleta a decelerare frequentemente e il disuso dei pedali limita la capacità dell’atleta di accelerare e recuperare velocità persa. Si tratta chiaramente di un limite per l’atleta, il quale in diverse situazioni potrebbe e vorrebbe avere una velocità maggiore.

Emulando la struttura e la biomeccanica del ghepardo si potrebbe ottenere un meccanismo che permetta di sfruttare la frenata per accumulare energia elastica che potrà poi essere rilasciata per favorire l’accelerazione. In questo modo si potrebbe fornire all’atleta la possibilità di accelerare anche in una simile ipotesi e di non essere puramente dipendente dalla gravità.

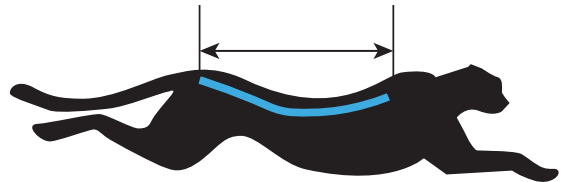
Finora è stata analizzata una caratteristica del ghepardo che, se applicata alla struttura delle biciclette, potrebbe potenzialmente ovviare ai limiti che abbiamo precedentemente detto. Vediamo come. Sfruttando la struttura delle biciclette con ammortizzatore posteriore, le quali spesso possono essere viste come composte da due parti che ruotano attorno ad un’asse, si potrà disegnare una bicicletta che grazie all’inserimento di una molla fra le due parti potrà ampliare il giro che la struttura riesce a concludere.

In seguito a questa modifica della struttura della bicicletta potremo immediatamente percepire un’evoluzione nelle sue prestazioni: infatti quando l’atleta frenerà e vorrà azionare il meccanismo, bilanciando il corpo all’indietro e distendendo le ginocchia, darà una spina sui pedali in modo da contrarre la molla ed accumulare energia elastica.

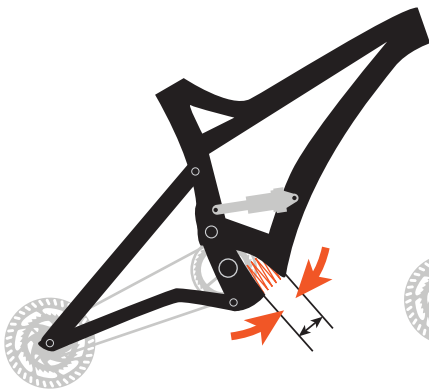
Una volta che questa posizione verrà rilasciata la molla azionerà un braccio che farà girare la ruota posteriore recuperando velocità persa proprio sfruttando l’energia precedentemente accumulata in fase di freno.



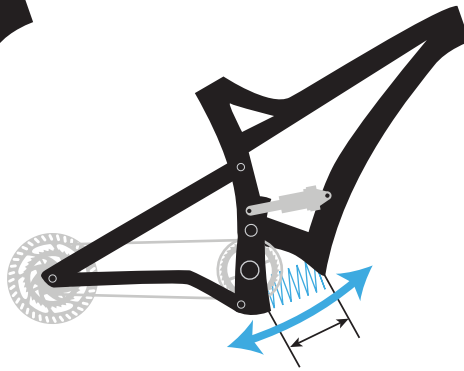
Accumulo di energia elastica
nella spina dorsale, grazie alla fase di **“frenata”**



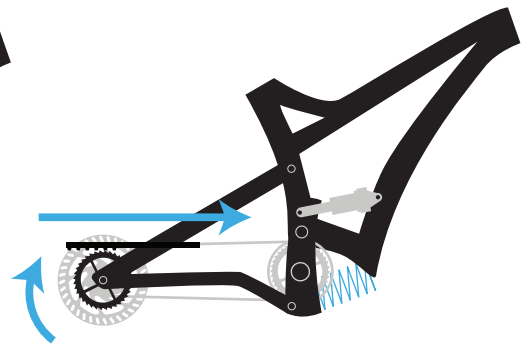
Rilascio di energia elastica favorendo l'**accelerazione**



Accumulo di energia elastica
grazie alla fase di **“frenata”**

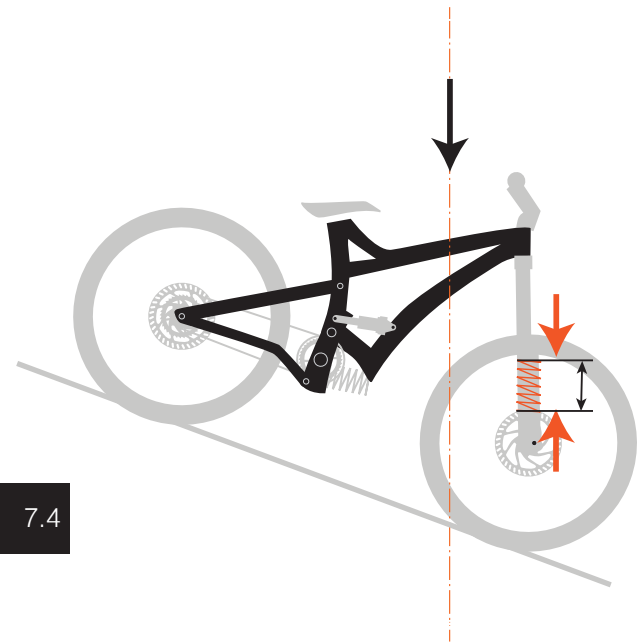
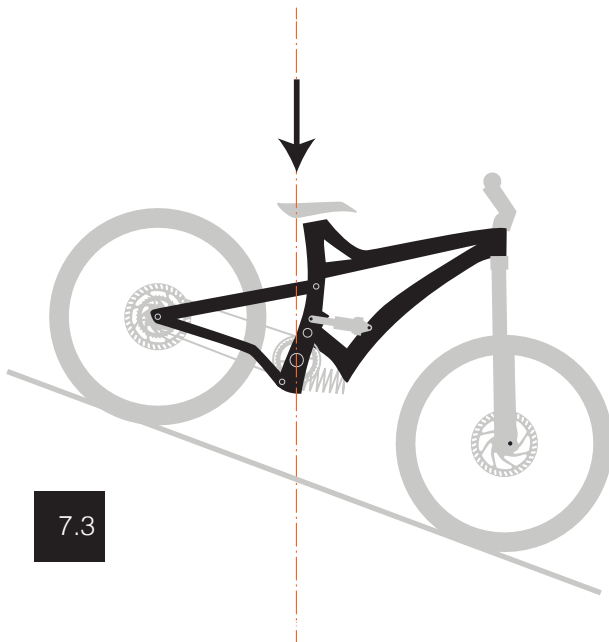


Rilascio di energia elastica
favorendo l'**accelerazione**



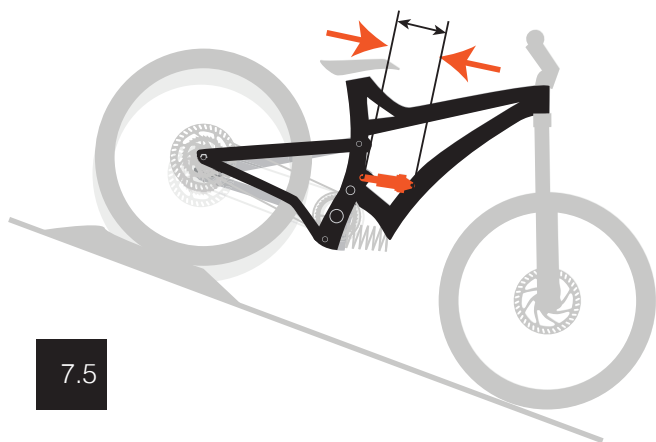
7.2

La bicicletta dovrà avere 4 posizioni principali da prendere in considerazione:



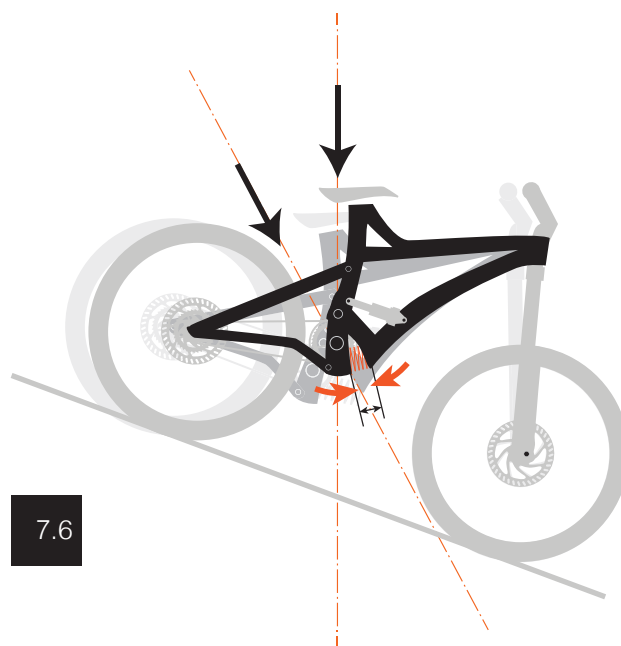
- **Una posizione neutra:** dove non è azionato nessuno degli ammortizzatori.

- **Una posizione di frenata comune:** dove per inerzia il corpo dell'atleta applicherà una forza sul manubrio e azionerà la forcella anteriore.



7.5

- **Una posizione di ammortamento posteriore:** in cui la ruota posteriore si alzerà e verrà attivata la sospensione posteriore.



7.6

- **Una posizione di attivazione del nuovo sistema:** in cui l'atleta frenerà e oltre al riportare il peso dietro, distenderà le ginocchia applicando una forza sui pedali e azionerà il nuovo meccanismo comprimendo la molla aggiunta.

Al momento del rilascio la parte anteriore tenderà ad allontanarsi azionando una catena che causerà un'accelerazione momentanea e aiuterà a recuperare velocità.

Terza Parte

Progetto



8.1

Obiettivi del progetto

Il progetto intende raggiungere il seguente obiettivo:
Progettazione di un telaio adeguato alla guida downhill, rispettando le geometrie, le proporzioni e le funzioni di questo genere di bicicletta. Particolari attenzioni verranno date alle geometrie affinché:

- Restino nei limiti delle norme di sicurezza previste per il downhill.
- Permettano all'atleta di effettuare tutte le operazioni e le posizioni che richiedono le diverse fasi della guida.
- Il telaio dovrà permettere di contenere ed attivare la funzione definita dal concept, ovvero un accumulo di energia elastica in una fase di decelerazione che viene indirizzato verso le trasmissioni, creando così un'accelerazione momentanea e facendo girare la ruota.
- Progettare tutte le componenti relative al meccanismo, e verificarne la sua funzionalità.
- Scegliere i componenti (tra quelli presenti sul mercato) che permetterebbero di mantenere prestazioni e geometrie adatte al downhill.
- Redesign di alcuni componenti che favoriscano una linea e una morfologia unica al progetto in tutta la sua complessità.

8.2

Geometria generale

Grazie alle geometrie del telaio è possibile determinare il comportamento generale della bicicletta.

A partire dalle dimensioni principali si determina lo stile di guida e, viceversa, lo stile di guida determinerà la bicicletta che il corridore intende acquistare. Il meccanismo sperimentale in questo progetto richiederà uno stile di guida attivo: di conseguenza sono state adottate dimensioni e geometrie che caratterizzano una guida più dinamica, in primo luogo passo più stretto e movimento centrale più alto.

A tempo stesso il nuovo sistema causerà una variazione del passo tra le diverse fasi della guida.

Per compensare al passo stretto in fase di compressione della bicicletta, l'angolo di sterzo utilizzato è relativamente più ampio. Questa scelta potrebbe prestarsi a facili critiche, poiché generalmente un angolo di sterzo ampio è più adatto ad una guida contenuta, tuttavia in questo progetto tale scelta garantirà la stabilità della bicicletta anche in fase di compressione, obiettivo molto importante da tenere in considerazione.

Per il medesimo motivo, ovvero quello di garantire la stabilità del mezzo, il passo minimo (in una fase di compressione) è compreso nel range di misure che determina le biciclette da downhill di taglia S (Small) e la dimensione massima è quella compresa nel range di misure di una bicicletta Downhill di Taglia M (Medium);

il range è stato estrapolato dal confronto tra le 5 biciclette prodotte dalle aziende leader riportate come casi studio nel capitolo precedente.

Il movimento centrale è collocato in un punto relativamente alto per i seguenti motivi:

- Caratterizza uno stile di guida dinamico
- Permettere l'aggiunta di un ulteriore molla.



8.3

Il meccanismo e le componenti aggiunte

Il meccanismo si basa sul sistema AOS che distacca il movimento centrale sia dalla parte anteriore del telaio sia dal caro posteriore. Questa configurazione permette di:

- Mantenere i vantaggi del sistema neutralizzando la trazione della catena e riducendo l'effetto bombing, descritti in precedenza.
- Avere lo spazio necessario per inserire un'ulteriore molla e la sua successiva compressione.

Come funziona:

Attorno ad un punto collocato sulla parte anteriore del telaio ruota un link. A tale link è collegata la componente più bassa del carro posteriore, l'ammortizzatore posteriore e un sistema che contiene una molla a compressione.

La componente superiore del carro posteriore è collegata alla parte anteriore del telaio.

Come definito dal concept, questo sistema avrà 3 possibili posizioni (vedi immagini pag.163):

- Posizione neutra: quando il baricentro del corridore sarà in linea con il link e nessuna delle molle è attivata.
- Posizione di ammortizzamento, la posizione tenuta quando si attiva la sospensione posteriore: quando la ruota sale, tende a tirare la componente bassa del carro posteriore, che a sua volta tira il link dalla parte bassa e spinge attivando l'ammortizzatore dalla parte superiore.
- Posizione compressa: quando il corridore frena, arretrando il corpo e spiegando le ginocchia, spinge sui pedali, attivando la molla a compressione e facendo avvicinare la parte bassa del caro posteriore verso l'avantreno e l'avantreno verso la parte posteriore.

Perché le due molle non annullino le funzioni l'una dell'altra è stato necessario trovare delle soluzioni che permettono all'una di continuare il movimento dell'altra. La soluzione prevede un binario all'interno del quale si muova il perno dell'ammortizzatore, e dall'altra parte un sistema di tubi estraibili all'interno dei quali venga posizionata la molla a compressione.



POSIZIONE NEUTRA



**POSIZIONE DI
AMMORTIZZAMENTO**



**POSIZIONE
COMPRESSA**



LINK PRINCIPALE

Unisce le 2 parti del telaio e permette il movimento del carro posteriore. Separa i pedali dal telaio, e permette così di mantenere una lunghezza fissa della catena.



LA "SCHIENA DORSALE"

Componente che contiene una molla a compressione dove viene accumulata energia elastica durante la frenata.

AMMORTIZZATORE

Öhlins TTX 22M Shock
Interasse 241 mm
escursione 76 mm



BINARIO

Binario all' interno del quale si muove l'ammortizzatore: nella posizione neutra e nella fase di ammortizzazione la molla dell' ammortizzatore tende a spingere "contro" la parete. Dal momento in cui comincia ad avvenire la fase di compressione l'ammortizzatore scorre all' interno del binario.

CENTRO DI ROTAZIONE

Attorno al perno collegato avviene il movimento del link e di conseguenza dell' intero sistema.

POSIZIONE PEDALI

CONNESSIONE TELAIO

Con la parte bassa del carro posteriore

CONNESSIONE CON LA "SCHIENA DORSALE"



Le posizioni della "Schiena dorsale".

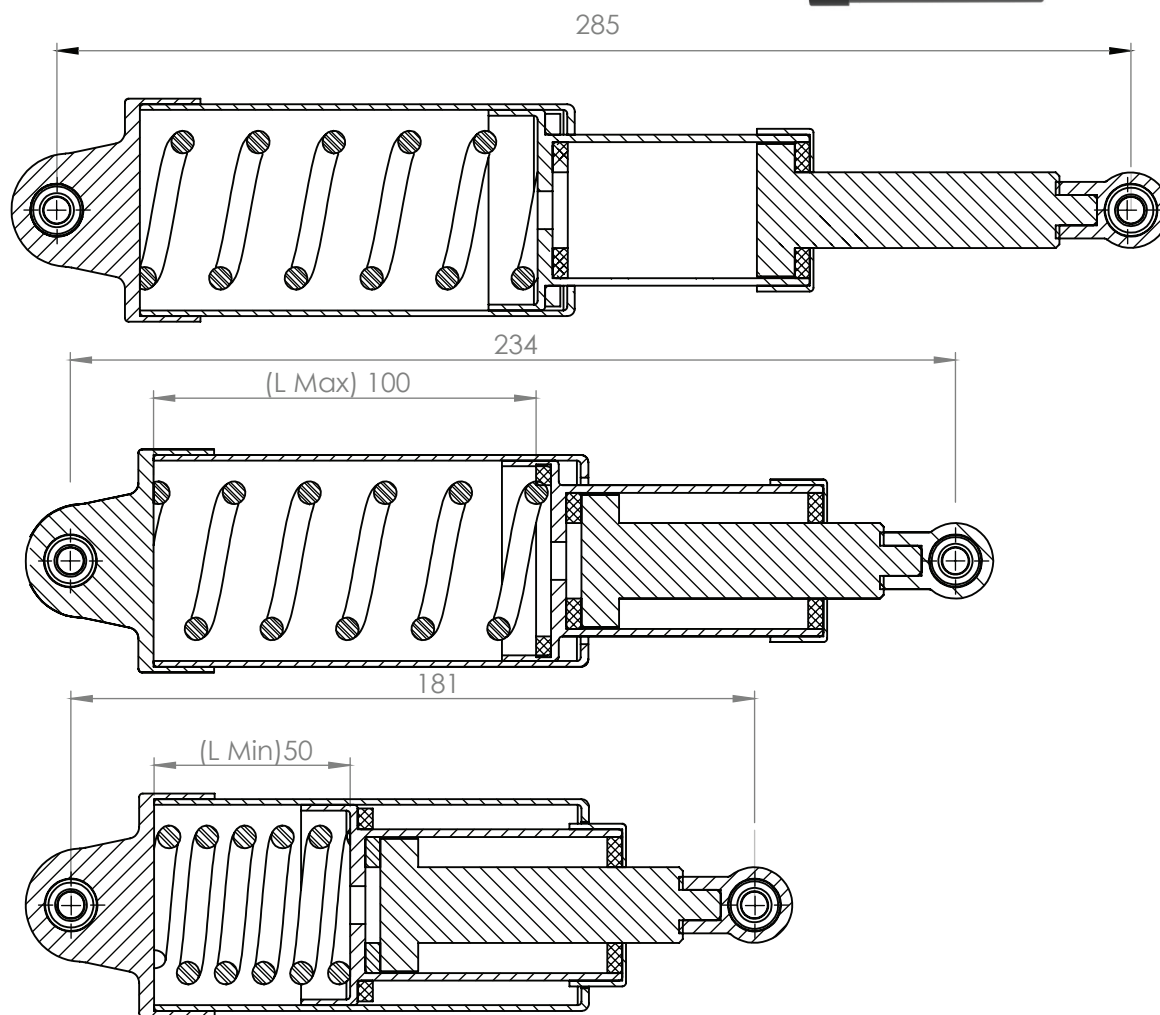
Posizione di ammortizzamento



Posizione neutra



Posizione compressa





Particolare del meccanismo con
ammortizzatore attivo.

L'ammortizzatore è compresso è il
sistema "schiena dorsale" esteso.



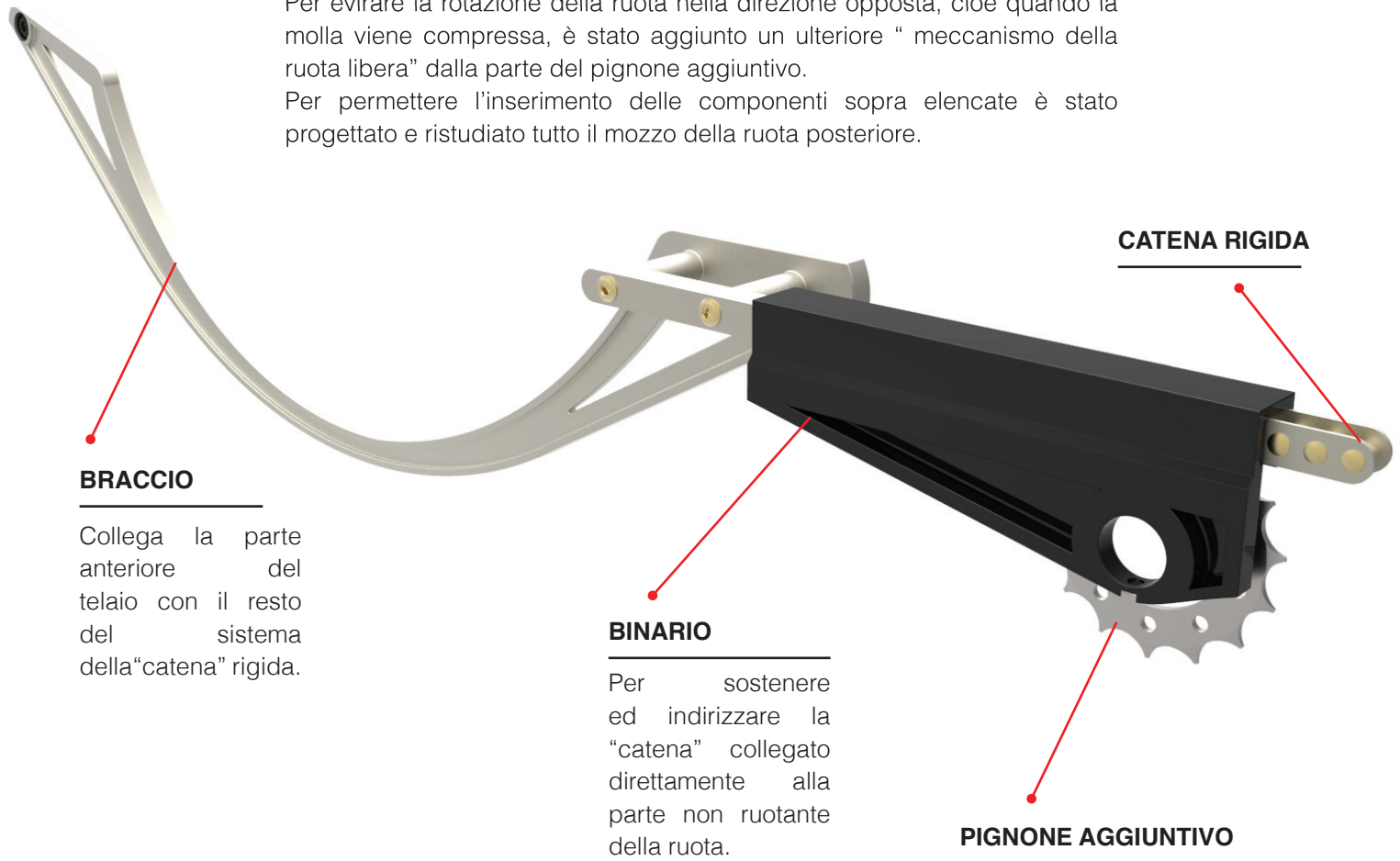
Biomimetica Ispirazione per l'innovazione

Particolare del meccanismo in posizione compressa.
L'ammortizzatore è esteso , e scorre nel apposito binario sul link.
La molla nella "schiena dorsale" è compressa.

Per rilasciare l'energia facendo ruotare la ruota, viene collegata una "catena rigida" dall'avantreno alla trasmissione in modo che una volta che la molla verrà rilasciata l'avantreno tenderà ad andare avanti tirando la catena, che sarà posizionata su un pignone aggiuntivo (dalla parte opposta del pacco pignoni).

Per evitare la rotazione della ruota nella direzione opposta, cioè quando la molla viene compressa, è stato aggiunto un ulteriore "meccanismo della ruota libera" dalla parte del pignone aggiuntivo.

Per permettere l'inserimento delle componenti sopra elencate è stato progettato e ristudiato tutto il mozzo della ruota posteriore.



BRACCIO

Collega la parte anteriore del telaio con il resto del sistema della "catena" rigida.

BINARIO

Per sostenere ed indirizzare la "catena" collegato direttamente alla parte non ruotante della ruota.

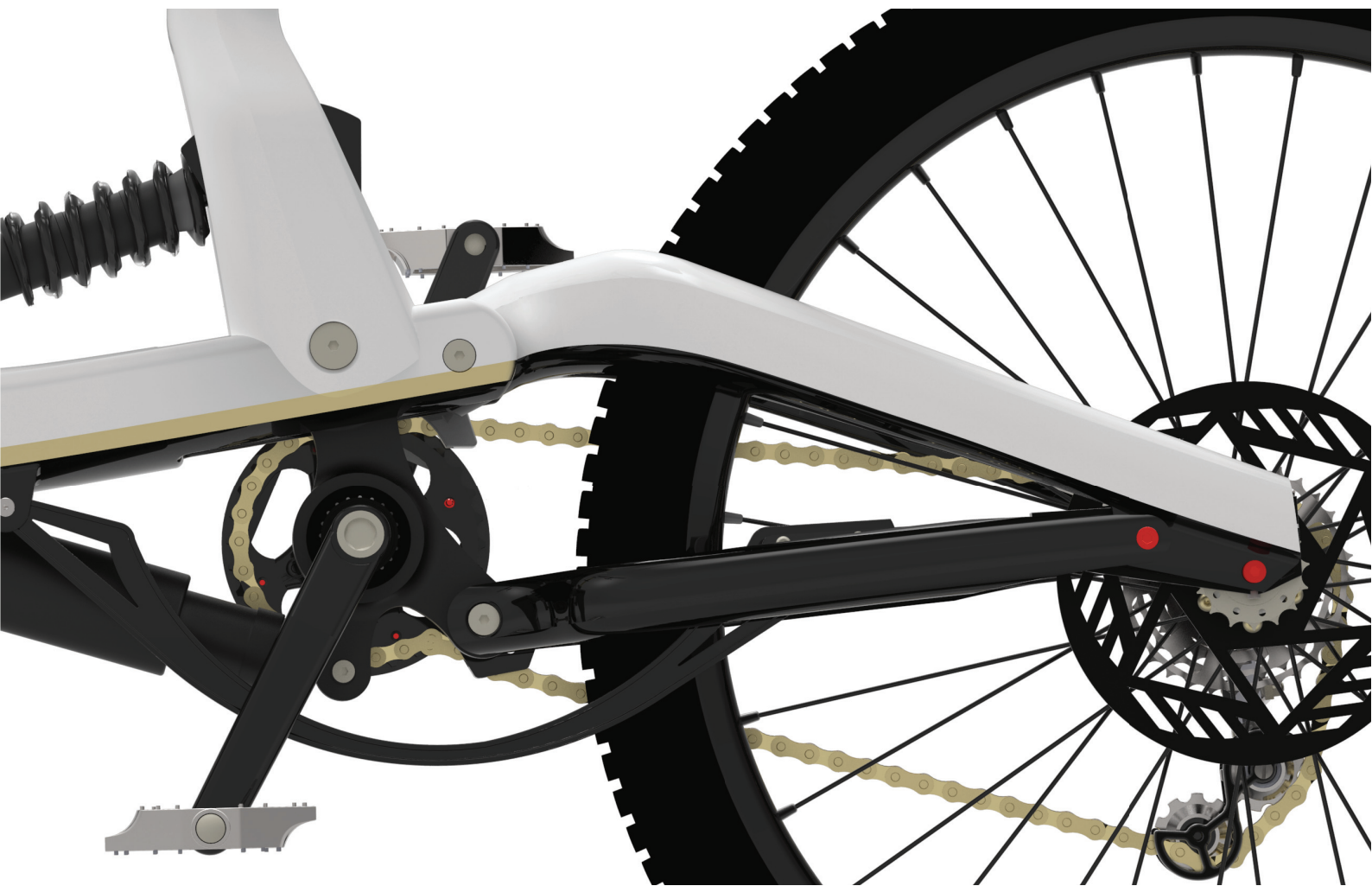
CATENA RIGIDA

PIGNONE AGGIUNTIVO



Particolare del meccanismo con
ammortizzatore attivo.

la "catena" rigida accompagna il
movimento e si alza assieme alla
ruota, muovendosi al interno del
binario e ruotando attorno al punto
di aggancio sulla parte anteriore del
telaio.

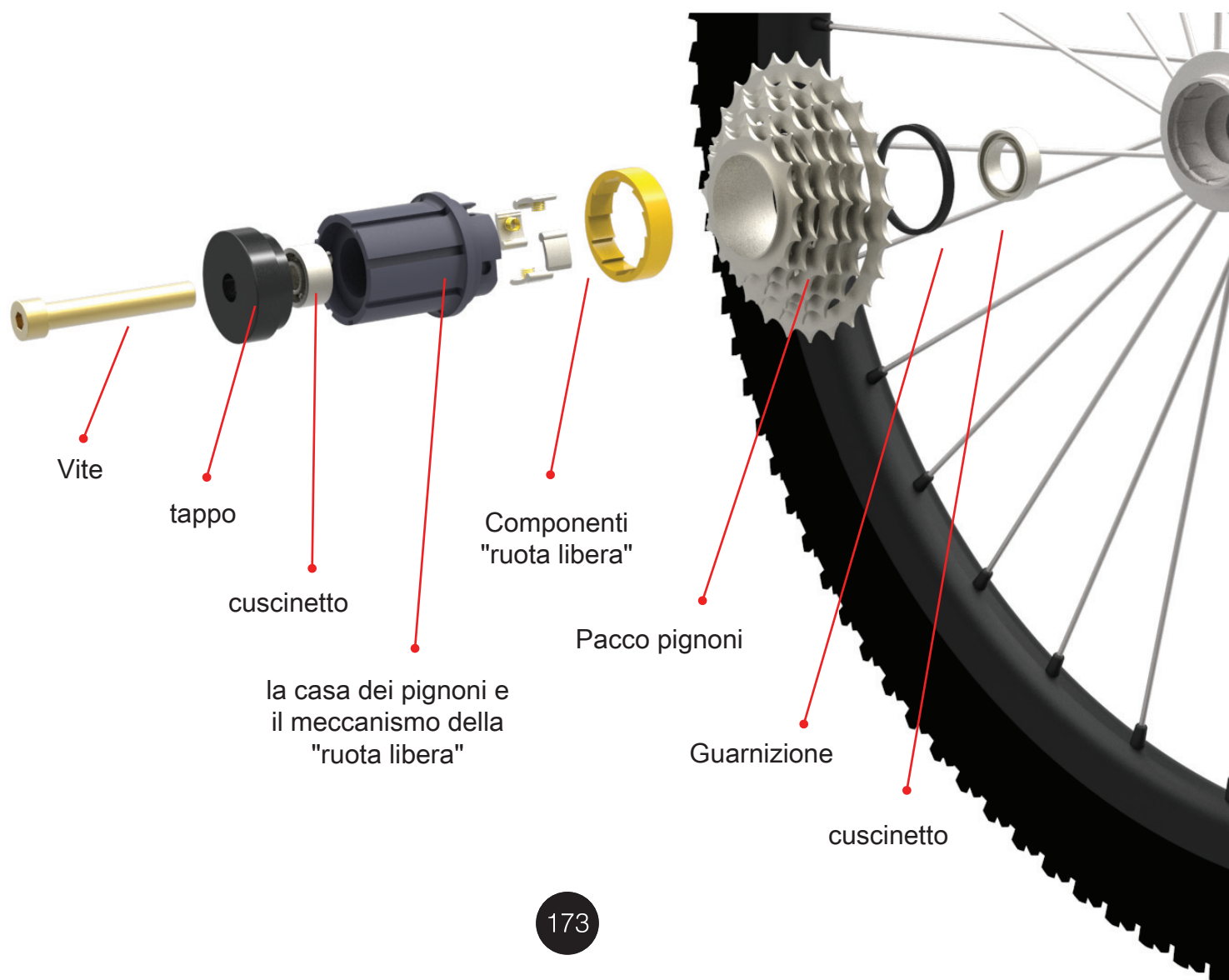


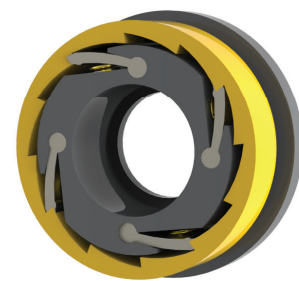
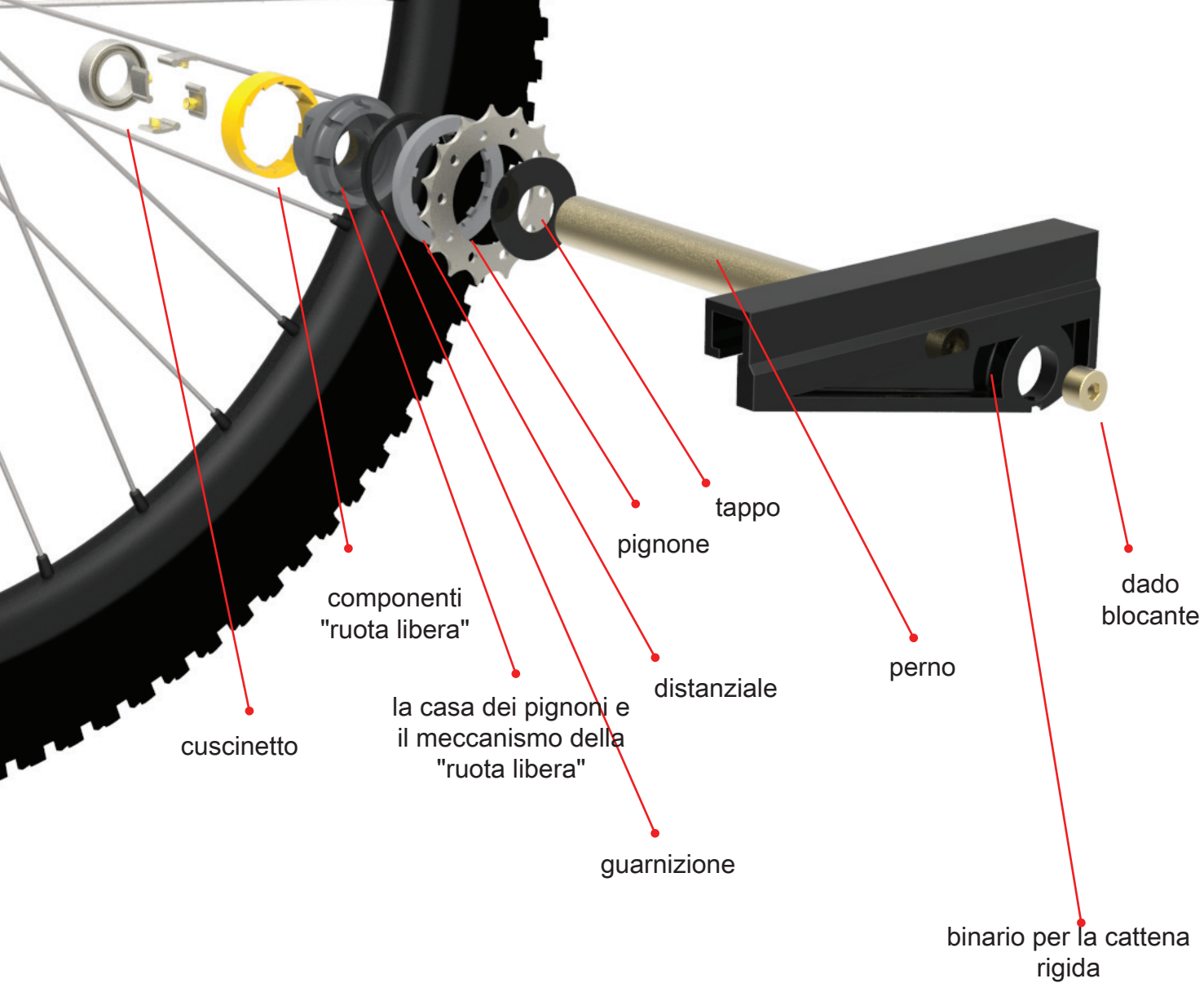
Posizione neutra



Posizione di compressione

Alla ruota vengono collegati: da un lato tutte le componenti "classiche" che permettono il funzionamento della catena, e dall'altro lato le componenti che permettono il funzionamento della "catena" rigida.





Il meccanismo della ruota libera permette di disaccoppiare il movimento fra il pignone e la catena, quando il movimento della catena non favorisce l'accelerazione.

8.4

Materiali e produzione

Il telaio è progettato per essere prodotto in composito di fibre di carbonio e resina epossidica.

La selezione del materiale è stata effettuata fra i 2 materiali attualmente utilizzati per la costruzione dei telai delle biciclette da downhill: La fibra di carbonio e l'alluminio. È stata selezionata la fibra di carbonio principalmente per permettere una maggiore libertà dal punto di vista formale. Il progetto prevede il processo produttivo utilizzato per la produzione di telai "Full Carbon" ovvero telai assemblati da tubi e parti costruite in precedenza, e non a "monoscocca".

Questo tipo di elaborazione è stato scelto in quanto permette la riduzione dei costi e dimensioni degli stampi. Essendo una bicicletta da downhill il peso non deve essere contenuto, e di conseguenza l'alternativa di produrre la bicicletta "Monoscocca" che rende il telaio più leggero (per via della assenza di giunzioni) non è giustificabile visto i costi e la grande dimensione degli stampi.

Il link che collega le diverse parti del meccanismo è progettato per essere composto da 2 parti saldate, prodotte in presso fusione di alluminio AL6061, il medesimo materiale e lavorazione utilizzati dall'azienda GT per il link nel loro sistema AOS (Angle Optimized Suspension). La scelta è caduta su questo stesso materiale proprio perché il link nel progetto in corso deve sopportare i medesimi carichi e svolgere una funzione molto simile. L'alluminio 6061 si adatta perfettamente a questo componente in quanto leggero (Densità = $2,7 \text{ g / cm}^3$), adatto alla pressofusione e di conseguenza in grado di permettere la creazione di forme complesse (come richiesta dal progetto), dotato di una buona saldabilità e ottima resistenza alla corrosione. Proprio in virtù di queste sue caratteristiche esso è frequentemente utilizzato nel settore del ciclismo ma anche per il settore aeronautico ed aerospaziale, trasporto, telai per biciclette, impianti elettrici connettori, componenti freni, valvole e giunti.



Biomimetica Ispirazione per l'innovazione

8.5

Linea

Dal punto di vista morfologico vi è da un lato il desiderio di ottenere un richiamo al riferimento biologico, utilizzando delle forme organiche, ma a tempo stesso si vuole ottenere una forma che si adatti al contesto, una linea sortiva e dinamica.

Per ottenere tale obiettivo vi è un'unione tra il geometrico e l'organico, tra 2 triangoli principali e le forme organiche che li compongono. Esse sono ispirate alle forme delle ossa e delle articolazioni.

La configurazione generale e la linea "raccontano" e mettono in evidenza l'innovazione. Le 2 parti principali sono in continuo movimento così dalla vista laterale la forma richiama alla struttura corporea dei ghepardi: un busto (la parte anteriore) e arti posteriori (il carro posteriore). Essi si avvicinano e si allontanano in continuazione. Creando un movimento fluido tra "piegatura" e "apertura" del telaio, richiamando la flessione nella colonna vertebrale del Ghepardo.

Il resto dei componenti, i pattern e le grafiche applicate, hanno una linea molto pulita con un accenno di ornamenti organici, da un lato ispirato alle tendenze di inserire ornamenti floreali nel design per lo sport in generale e in particolare l'esempio della GT nell'ambito del ciclismo. Ma a tempo stesso è un delicato richiamo all'Art Nouveau, uno dei movimenti artistici storici più apprezzati dall'autore di questa tesi.

8.6

Scheda Tecnica



Telaio

Carbonio (Full Carbon) con sistema di ammortizzatore posteriore innovativo basato Aos



Catena KMC X9

Guidacatena Truvativ X0



Forcella-Escursione

RockShox Domain R Dual Crown, escursione di 200 mm



Pacco pignioni

6 rapporti



Ammortizzatore Posteriore

Öhlins TTX 22M Shock :
Interasse 241 mm
escursione 76 mm



Ruote

26 x 2.5



Guarnitura

Truvativ Hussefelt 1.0,
165mm, w/36T



Manubrio

Kore Torsion, 6061-T6
Lunghezza: 800mm profondità:
20mm rialzo: 31,8 mm



Cambio

SRAM X5, Medium Cage
(cambio posteriore a 10V)



Attacco manubrio

AL6061 50 mm



Freni

a disco



Pedalli

FLAT





Biomimetica ispirazione per l'innovazione



Bibliografia

Carla Langella, *"Hybrid design- Progettare tra tecnologia e natura"*, Milano, Franco Angeli, 2007.

Carlo Santulli, *"Biomimetica: la lezione della Natura - Ecosostenibilità design e cicli produttivi nel terzo millennio"*, Padova, CIESSE, 2012.

Chris Sidwells, *"Il Manuale Completo della Bicicletta"*, Milano, Mondadori 2004.

Davide Gordon Wilson , Frank Rowland Whitt , *"Bicycling Science"*, The MIT press Cambridge , London 1982 (second edition).

Dayana Baumeister Ph.D. With Rose Tocke, Jamie Dwyer, Sherry Ritter, Janine Benyus, *"The Biomimicry Resource Handbook- a seed bank of best practices"*, Biomimicry Institute ,2013, Missoula , MT

Elodie Ternaux, *"Industry of Nature: Another Approach to Ecology"*, Ed.Frame Pub, 2011

G. Salvia, V. Rognoli, M. Levi, *"Il progetto della natura"*, Franco Angeli Editore, 2009, Milano

Janine Benyus, *"Biomimicry Innovation Inspired by Nature"*, Harper Perennial, 1997

Mike Burrows, *"Bicycle Design"* Tony Hadland US , 2000.

Nathan Shedroff, *"Design is the Problem : The Future of Design Must be Sustainable"*, Rosenfeld 2009

Victore Papanek, *"Progettare per il mondo reale"*, Mondadori, 1964

Victore Papanek, *Design for the real world: human ecology and social change*.
London.

William Myers, "*Bio Design: Nature, Science, Creativity*", MOMA 2012 NY

Y. Coineau, B. Kresling, "*Le invenzioni della natura e la bionica*", Edizioni Paoline
1989

Y. Bar-Cohen, "*Biomimetics: biologically inspired technologies*", Ed. Taylor&Francis,
2006

Articoli

Daniele Mariani, “*Le fantastiche macchine di un genio*” 09 aprile 2010 swissinfo

E. Hudson, Sandra A. Corr e Alan M. Wilson, “*High speed galloping in the cheetah (Acinonyx jubatus) and the racing greyhound (Canis familiaris): spatio-temporal and kinetic characteristics*” THE JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY, 2011

Julian F.V Vincent ,Olga A Bogatyreva, Nikolaj R Bogatyrev, Adrian Bowyer and Anja-Karina Pahl , “*Biomimetics: its practice and theory* “ 2006

M. Haueisen, “*Investigation of an Articulated Spine in a Quadruped Robotic System*” Doctorat of Philosophy (Mechanical Engineering) , The University of Michigan 2011

Murry Bernard, “*Biomimicry: Taking Cues from Nature*” Buildipedia | November 29, 2011

Matthew Wheeland, “*IF11: How Biomimicry Applies to Innovation*” Green Biz | October 13, 2011

M. Hildebrand, “*Motions of the running cheetah and horse*” Journal of Mammalogy, 1959.

Paola Antonelli , “*Bio-Design*”, in Domus Novembre 2011, p.106-113

R. M. Alexander “*Three uses for springs in legged locomotion*” The International Journal of Robotics Research, 1990.

R. M. Alexander, “*Elastic structures in the back and their role in galloping in some mammals*”, Journal of zoology, 1985.

Tom Mueller , “*Biomimetics: Design by Nature- What has fins like a whale, skin like a lizard, and eyes like a moth? The future of engineering*”, National Geographic October 2007

Sitografia

<http://www.biomimicryinstitute.org/>
<http://www.biomimicry.eu/>
<http://biomimicry.org.il/>
<http://asknature.org/>
<http://biotriz.com>
<http://www.isbe-online.org/>
<http://www.cbid.gatech.edu/>
<http://www.biokon-international.com/>
<http://www.greenme.it/>
<http://biomimicry.typepad.com/>
<http://www.biomimetic-architecture.com/>
<http://ngm.nationalgeographic.com/>
<http://www.bath.ac.uk/mech-eng/research/>
<http://www.abi.auckland.ac/>
<http://www.esa.int/gsp/ACT/bio/index.htm>
<http://jbe.jlu.edu.cn/EN/volumn/current.shtml>
<http://www.mie.utoronto.ca/labs/bidlab/>
<http://depts.washington.edu/bionano2/>
<http://www.greencarsforum.it/>
<http://www.hotsale.ua/news/>
<http://www.mtb-mag.com/>

Allegati

Intervista 1

Nome: Michael Menihes

età: 28 anni

Da quanto tempo pratici il Downhill: 4 anni

Il tuo modello di bicicletta: GT Fury (2012) alluminio.

Credi che potrebbe esserti utile se sulla tua bicicletta ci fosse un meccanismo che ti permettesse (a tua scelta) di accelerare per recuperare velocità persa durante le frenate?

“credo di sì, spesso mi capita di essere “costretto” a rallentare ma non ho un buon controllo sul accelerazione, dipende tutto dalla pendenza e dalla posizione del corpo, spostare il baricentro in avanti aiuta, ma non è così facile, dipende anche da quello che ce più avanti. Ma quanto farebbe accelerare?”

Puoi quantificare quanto ti piacerebbe che acceleri?

“No ... non riesco ad immaginarmi il sistema, dipende. Di certo in molte occasioni vorrei non rallentare ma devo farlo, se subito dopo riuscissi a tornare nella velocità di partenza sarebbe molto bello.

Pero capita spesso di mantenere una velocità moderata per un tratto più lungo: non mi piacerebbe accelerare sempre, credo che ci deve essere un controllo su questa accelerazione. In alcune situazioni può essere molto utile in altre un rischio”.

Secondo te, potrebbe essere una buona idea se per creare questa accelerazione, a tuo comando girassero i pedali? Così sarebbe fattibile mantenere l'equilibrio?

“No, non credo... a me piace avere possibilmente i pedali sotto il mio controllo. Nel downhill i pedali sono il nostro principale appoggio, sono la nostra sicurezza. Il Downhill si guida in piedi, considera che ho 2 punti di contatto con la bicicletta: le mani ed i piedi, è molto importante avere controllo su questi appoggi. Si cerca sempre di avere una buona presa.

Non so se hai visto che i pedali sono fatti in modo da non far staccare i piedi, hanno una sorta di chiodi che rendono il piede fisso, questi si chiamano “Flat pedals”, altri addirittura usano una scarpa che si attacca direttamente al pedale, quelli sono i PSD.

Credo che siccome devo in continuazione spostare il baricentro, se la mia base non sarà più sotto il mio controllo, potrebbe essere un grande disturbo.

Come ti raccontavo in passato già la trazione della catena nei sistemi vecchi che crea un

piccolissimo movimento dei pedali ha creato un grande disagio sulla guida. Per fortuna io non ne ho di questi problemi con l'AOS.

Un movimento dei pedali, anche se previsto sarebbe solo un disturbo, difficile da gestire, e probabilmente mi farebbe perdere l'equilibrio, o molte energie nel mantenerlo.”

Se invece per accelerare facessi girare direttamente la ruota posteriore, secondo te sarebbe una soluzione più comoda da controllare?

“Sì, mi sembra una buona idea. Tutte le altre biciclette funzionano così. Ma comunque credo che mi piacerebbe sapere quando e con che potenza avverrebbe questa accelerazione, altrimenti anche questa soluzione potrebbe portarmi fuori di equilibrio.”

Credi che sia fisicamente fattibile se, per attivare questo meccanismo, quando rallenti dovresti portare il peso all'indietro e spingere aprendo le ginocchia?

Sì, è un movimento che ripeto frequentemente.

Cosa ne pensi se la tua bicicletta durante la corsa avesse in determinati momenti l'interasse più corto e in altri più lungo - cioè se la distanza fra le ruote cambiasse durante la corsa - per permettere l'accumulo di energia da rilasciare poi in un secondo momento, per accelerare.

“Il passo è una caratteristica molto importante in una bicicletta e determina molto la scelta di una bicicletta piuttosto che un'altra, in base al passo cambia molto lo stile di guida. Credo che sia meglio che il passo non vari troppo, soprattutto mentre prendo una curva o ostacolo. Anche in questo caso credo sia molto importante il controllo e la conoscenza del momento nel quale accadrebbe il cambiamento.”

Hai qualche suggerimento da darmi dopo aver visto l'idea?

“L'idea mi piace, potrebbe determinare un nuovo stile di guida e a me personalmente piace molto sperimentare posizioni nuove per raggiungere maggiori risultati. Credo che per capire effettivamente se funzioni dovresti farcela provare.”

Intervista 2

Nome: Oleg Rozenshtain

età: 26 anni

Da quanto tempo pratici il Downhill: 3 anni

Il tuo modello di bicicletta: demo 9 2005

Credi che potrebbe esserti utile se sulla tua bicicletta ci fosse un meccanismo che ti permettesse (a tua scelta) di accelerare per recuperare velocità persa durante le frenate?

“Qualsiasi cosa che mi aiutasse ad avere velocità elevate senza mettermi troppo in pericolo, quindi che restasse sotto il mio controllo, mi piace!”

Secondo te, potrebbe essere una buona idea se, per creare questa accelerazione, a tuo comando giressero i pedali? sarebbe fattibile a mantenere l'equilibrio?

“Non saprei darti una risposta netta, perché spesso penso che uno si adatti spesso e cambi il suo stile di guida in base alle innovazioni. Ma così a sensazione non so se mi piace l'idea di avere movimento sui pedali, è un punto d'appoggio che mi aiuta molto nella guida. Spesso ho bisogno di avere il corpo teso, allora raddrizzo quasi completamente le ginocchia, ma se in quel momento gireranno in pedali non sarà possibile. No, forse sarebbe proprio scomodo e abbastanza pericoloso, anche se ci piace l'estrem e l'adrenalina non ci mettiamo a rischio quando non vi è una necessità.”

Se invece per accelerare facessi girare direttamente la ruota posteriore, secondo te sarebbe una soluzione più comoda da controllare?

“Sì! come succede in altri mezzi?! Questa mi convince molto di più!”

Credi che sia fisicamente fattibile se, per attivare questo meccanismo, quando rallenti dovresti portare il peso all'indietro e spingere aprendo le ginocchia?

“Certo, come ti ho detto prima, noi ci adattiamo alle innovazioni, e impariamo a guidare anche in modi differenti se è necessario, ma soltanto se ne vediamo un vantaggio, altrimenti non cambierei il mio mezzo.

E comunque non c'è niente di complicato o diverso, uso spesso questo tipo di movimenti durante la guida”.

Cosa ne penseresti se la tua bicicletta durante la corsa avesse in determinati momenti l'interasse più corto e in altri più lungo - cioè se la distanza fra le ruote cambiasse durante la corsa - per permettere l'accumulo del energia da rilasciare in un secondo momento per accelerare..

“L'interasse è un caratteristica molto importante della bicicletta. In genere più lungo è più basso sarà il centro di gravità ,in questo modo il rider avrà una posizione più centrale, e di conseguenza una maggiore aderenza di entrambe le ruote sul terreno. A me piace guidare così, preferisco per l'appunto biciclette con un interesse abbastanza largo. Non so se mi piacerebbe avere l'interesse variabile, ma mi è molto difficile immaginarlo. Ma forse cambia anche quando la ruota posteriore sale. Intendi un cambiamento di questo tipo o più drastico?”

Intendo un cambiamento di questo tipo, una variazione di circa 100mm-150 mm in totale.

“Allora probabilmente non mi darebbe fastidio, comunque le biciclette da downhill sono molto dinamiche, funziona sempre un ammortizzatore o un altro, qualcosa cambia di continuo.”

Hai qualche suggerimento da darmi dopo aver visto l'idea?

“Devi essere molto attenta anche con il cambiamento dell'angolo di sterzo, come ti ho spiegato del interasse anche l'angolo di sterzo è importantissimo per la stabilità, da questi disegni sembra che varia molto, potrebbe causare un ribaltamento.per quanto uno può cercare di tenere il corpo arretrato se la frenata è un attimo più netta diventerà poco stabile.”

“E poi mi sembra che questo meccanismo potrebbe funzionare soli in linea retta, forse potrebbe essere utile sfruttare questo accumulo in curva. La curva ci costringe a rallentare. Forse sarebbe un momento con maggiore potenziale.”

“Comunque mi sembra molto interessante, sarebbe da provare. Dovresti provare a costruirla, quasi tutti i rider che conosco sono molto dinamici e flessibili, e posso dire quasi con certezza che ci incuriosirebbe e andremmo assolutamente a provarla.”

Intervista 1

Nome: Michael Menihes

età: 28 anni

Da quanto tempo pratici il Downhill: 4 anni

Il tuo modello di bicicletta: GT Fury (2012) alluminio.

Credi che potrebbe esserti utile se sulla tua bicicletta ci fosse un meccanismo che ti permettesse (a tua scelta) di accelerare per recuperare velocità persa durante le frenate?

“credo di sì, spesso mi capita di essere “costretto” a rallentare ma non ho un buon controllo sul accelerazione, dipende tutto dalla pendenza e dalla posizione del corpo, spostare il baricentro in avanti aiuta, ma non è così facile, dipende anche da quello che ce più avanti. Ma quanto farebbe accelerare?”

Puoi quantificare quanto ti piacerebbe che acceleri?

“No ... non riesco ad immaginarmi il sistema, dipende. Di certo in molte occasioni vorrei non rallentare ma devo farlo, se subito dopo riuscissi a tornare nella velocità di partenza sarebbe molto bello.

Pero capita spesso di mantenere una velocità moderata per un tratto più lungo: non mi piacerebbe accelerare sempre, credo che ci deve essere un controllo su questa accelerazione. In alcune situazioni può essere molto utile in altre un rischio”.

Secondo te, potrebbe essere una buona idea se per creare questa accelerazione, a tuo comando girassero i pedali? Così sarebbe fattibile mantenere l'equilibrio?

“No, non credo... a me piace avere possibilmente i pedali sotto il mio controllo. Nel downhill i pedali sono il nostro principale appoggio, sono la nostra sicurezza. Il Downhill si guida in piedi, considera che ho 2 punti di contatto con la bicicletta: le mani ed i piedi, è molto importante avere controllo su questi appoggi. Si cerca sempre di avere una buona presa.

Non so se hai visto che i pedali sono fatti in modo da non far staccare i piedi, hanno una sorta di chiodi che rendono il piede fisso, questi si chiamano “Flat pedals”, altri addirittura usano una scarpa che si attacca direttamente al pedale, quelli sono i PSD.

Credo che siccome devo in continuazione spostare il baricentro, se la mia base non sarà più sotto il mio controllo, potrebbe essere un grande disturbo.

Come ti raccontavo in passato già la trazione della catena nei sistemi vecchi che crea un

piccolissimo movimento dei pedali ha creato un grande disagio sulla guida. Per fortuna io non ne ho di questi problemi con l'AOS.

Un movimento dei pedali, anche se previsto sarebbe solo un disturbo, difficile da gestire, e probabilmente mi farebbe perdere l'equilibrio, o molte energie nel mantenerlo.”

Se invece per accelerare facessi girare direttamente la ruota posteriore, secondo te sarebbe una soluzione più comoda da controllare?

“Sì, mi sembra una buona idea. Tutte le altre biciclette funzionano così. Ma comunque credo che mi piacerebbe sapere quando e con che potenza avverrebbe questa accelerazione, altrimenti anche questa soluzione potrebbe portarmi fuori di equilibrio.”

Credi che sia fisicamente fattibile se, per attivare questo meccanismo, quando rallenti dovresti portare il peso all'indietro e spingere aprendo le ginocchia?

Sì, è un movimento che ripeto frequentemente.

Cosa ne pensi se la tua bicicletta durante la corsa avesse in determinati momenti l'interasse più corto e in altri più lungo - cioè se la distanza fra le ruote cambiasse durante la corsa - per permettere l'accumulo di energia da rilasciare poi in un secondo momento, per accelerare.

“Il passo è una caratteristica molto importante in una bicicletta e determina molto la scelta di una bicicletta piuttosto che un'altra, in base al passo cambia molto lo stile di guida. Credo che sia meglio che il passo non vari troppo, soprattutto mentre prendo una curva o ostacolo. Anche in questo caso credo sia molto importante il controllo e la conoscenza del momento nel quale accadrebbe il cambiamento.”

Hai qualche suggerimento da darmi dopo aver visto l'idea?

“L'idea mi piace, potrebbe determinare un nuovo stile di guida e a me personalmente piace molto sperimentare posizioni nuove per raggiungere maggiori risultati. Credo che per capire effettivamente se funzioni dovresti farcela provare.”

Intervista 2

Nome: Oleg Rozenshtain

età: 26 anni

Da quanto tempo pratici il Downhill: 3 anni

Il tuo modello di bicicletta: demo 9 2005

Credi che potrebbe esserti utile se sulla tua bicicletta ci fosse un meccanismo che ti permettesse (a tua scelta) di accelerare per recuperare velocità persa durante le frenate?

“Qualsiasi cosa che mi aiutasse ad avere velocità elevate senza mettermi troppo in pericolo, quindi che restasse sotto il mio controllo, mi piace!”

Secondo te, potrebbe essere una buona idea se, per creare questa accelerazione, a tuo comando giressero i pedali? sarebbe fattibile a mantenere l'equilibrio?

“Non saprei darti una risposta netta, perché spesso penso che uno si adatti spesso e cambi il suo stile di guida in base alle innovazioni. Ma così a sensazione non so se mi piace l'idea di avere movimento sui pedali, è un punto d'appoggio che mi aiuta molto nella guida. Spesso ho bisogno di avere il corpo teso, allora raddrizzo quasi completamente le ginocchia, ma se in quel momento gireranno in pedali non sarà possibile. No, forse sarebbe proprio scomodo e abbastanza pericoloso, anche se ci piace l'estrem e l'adrenalina non ci mettiamo a rischio quando non vi è una necessità.”

Se invece per accelerare facessi girare direttamente la ruota posteriore, secondo te sarebbe una soluzione più comoda da controllare?

“Sì! come succede in altri mezzi?! Questa mi convince molto di più!”

Credi che sia fisicamente fattibile se, per attivare questo meccanismo, quando rallenti dovresti portare il peso all'indietro e spingere aprendo le ginocchia?

“Certo, come ti ho detto prima, noi ci adattiamo alle innovazioni, e impariamo a guidare anche in modi differenti se è necessario, ma soltanto se ne vediamo un vantaggio, altrimenti non cambierei il mio mezzo.

E comunque non c'è niente di complicato o diverso, uso spesso questo tipo di movimenti durante la guida”.

Cosa ne penseresti se la tua bicicletta durante la corsa avesse in determinati momenti l'interasse più corto e in altri più lungo - cioè se la distanza fra le ruote cambiasse durante la corsa - per permettere l'accumulo del energia da rilasciare in un secondo momento per accelerare..

“L'interasse è un caratteristica molto importante della bicicletta. In genere più lungo è più basso sarà il centro di gravità ,in questo modo il rider avrà una posizione più centrale, e di conseguenza una maggiore aderenza di entrambe le ruote sul terreno. A me piace guidare così, preferisco per l'appunto biciclette con un interesse abbastanza largo. Non so se mi piacerebbe avere l'interesse variabile, ma mi è molto difficile immaginarlo. Ma forse cambia anche quando la ruota posteriore sale. Intendi un cambiamento di questo tipo o più drastico?”

Intendo un cambiamento di questo tipo, una variazione di circa 100mm-150 mm in totale.

“Allora probabilmente non mi darebbe fastidio, comunque le biciclette da downhill sono molto dinamiche, funziona sempre un ammortizzatore o un altro, qualcosa cambia di continuo.”

Hai qualche suggerimento da darmi dopo aver visto l'idea?

“Devi essere molto attenta anche con il cambiamento dell'angolo di sterzo, come ti ho spiegato del interasse anche l'angolo di sterzo è importantissimo per la stabilità, da questi disegni sembra che varia molto, potrebbe causare un ribaltamento.per quanto uno può cercare di tenere il corpo arretrato se la frenata è un attimo più netta diventerà poco stabile.”

“E poi mi sembra che questo meccanismo potrebbe funzionare soli in linea retta, forse potrebbe essere utile sfruttare questo accumulo in curva. La curva ci costringe a rallentare. Forse sarebbe un momento con maggiore potenziale.”

“Comunque mi sembra molto interessante, sarebbe da provare. Dovresti provare a costruirla, quasi tutti i rider che conosco sono molto dinamici e flessibili, e posso dire quasi con certezza che ci incuriosirebbe e andremmo assolutamente a provarla.”