

Ergonomia del Ciclismo*

FRANCO C. GROSSI**

Universidad Nacional del Nordeste
Corrientes (República Argentina)
grossi@med.unne.edu.ar

ABSTRACT

Cycling Ergonomics may be defined as an interdisciplinary and systemic field concerned with the study of interactions among “the cyclist, the bicycle, and the cycling environment”. Its primary objective is to enhance efficiency, comfort, safety, and overall human well-being, while minimizing fatigue and the risk of injury. The discipline seeks to establish an optimal correspondence between the cyclist’s anatomical, physiological, and biomechanical characteristics and the functional requirements imposed by cycling equipment, activities, and environmental conditions. In essence, Cycling Ergonomics advocates the adaptation of the bicycle and cycling infrastructure to the cyclist, rather than compelling the cyclist to conform to the constraints of the bicycle or route. This approach promotes the development of a sustainable, safe, and user-centered human-machine-environment system. Drawing upon the theoretical and methodological foundations of biomechanics, physiology, engineering, and human factors research, Cycling Ergonomics examines how posture, pedaling technique, and equipment design influence both performance outcomes and long-term health.

PAROLE CHIAVE

CICLISMO / CYCLING / CICLISMO; ERGONOMIA / ERGONOMICS / ERGONOMÍA; BICICLETTA / BICYCLE / BICICLETA; CICLABILI / CYCLE PATHS / CARILES BICI; BICICLETTE ELETTRICHE / ELECTRIC BICYCLES / BICICLETAS ELÉCTRICAS; AMBIENTE / ENVIRONMENT / MEDIO AMBIENTE; CICLOTURISMO / CYCLE TOURISM / CICLOTURISMO.

1. PRAFAZIONE

In questo contributo preliminare viene svolta la tematica relativa all’*Ergonomia del Ciclismo*, con speciale riferimento all’insorgente fenomeno del *cicloturismo*, che, solo in Italia,

* Title: *Cycling Ergonomics* / Titulo: *La Ergonomía del Ciclismo*.

** ORCID: [0000-0002-3567-2523] - <<https://orcid.org/0000-0002-3567-2523>>. Emeritus Professor of Ergonomics and academic delegate of the National University of the Northeast (Argentina) for relations with Italian universities. He teaches in Argentina, China, Cuba, India, Russia, and Italy. He taught Information & Communication Technology and Applied Ergonomics at the University of Trieste, from 1997 to 2013.

nell'anno 2024, ha registrato quasi 89 milioni di presenze, generando un impatto economico di circa 9,8 miliardi di euro, secondo il rapporto *Viaggiare con la bici 2025* di Isnart-Unioncamere e Legambiente¹. In tale rapporto viene, inoltre, specificato che la crescita è stata del 54% rispetto al 2023, consolidando il cicloturismo come un fenomeno di massa e una delle tendenze più forti nel settore turistico italiano.

I cicloturisti italiani spendono in media tra i 60 e gli 80 euro al giorno, spinti dalla ricerca di paesaggi naturali, culturali ed enogastronomici. Nello stesso rapporto viene evidenziato il fatto che, dal punto di vista demografico, il 71% dei cicloturisti ha un'età media tra i 30 e i 57 anni e che, la maggior parte di loro è occupata attivamente e ha un reddito medio-alto. Per ciò che attiene agli spostamenti, si rileva il fatto che i ciclisti viaggiano spesso in coppia (41%), in famiglia (26%) o con amici (17%) e che le principali motivazioni, che li spinge ad addentrarsi nei territori sono la scoperta della cultura e del patrimonio, l'immersione nella natura e l'enogastronomia.

Nella disamina di questo fenomeno verranno presi in considerazione il *ciclista*, la *bicicletta*, le *ciclovie* e il *rispetto* per il patrimonio naturale. Con gli strumenti dell'Ergonomia – che presuppone il recepimento aprioristico dei criteri di sicurezza e qualità – ci si ripropone di rendere antropocentriche le interazioni ciclista-bicicletta e ciclovie.

2. IL CICLISTA

Un *ciclista* è una persona che utilizza una bicicletta, o un altro veicolo a due ruote con pedali, per scopi di trasporto, svago, fitness, sport o utilità. Il termine comprende una popolazione di utenti ampia ed eterogenea, che varia in base alla frequenza d'uso, allo scopo dell'utilizzo della bicicletta, al livello di abilità, alle caratteristiche demografiche e al contesto del viaggio².

Nella pianificazione dei trasporti e nella ricerca sulla salute, i ciclisti sono caratterizzati dalla frequenza dei loro spostamenti, dalla preferenza modale (bicicletta in confronto ai veicoli a motore), dagli atteggiamenti e dalla percezione

¹ Cfr. LEGAMBIENTE 2025.

² Cfr. FRABONI *et al.* 2021.

del rischio³. Nella ricerca in medicina sportiva e biomeccanica, il ciclista è descritto come un atleta la cui interazione con la bicicletta e l'ambiente presenta esigenze specifiche, ad esempio, predominano l'attaccamento prolungato alla bicicletta e il movimento sul piano sagittale⁴.

2.1 CARATTERISTICHE ED ETEROGENEITÀ DEI CICLISTI

Poiché il lemma “ciclista” dispone di un'ampia varietà di concetti, è importante, nella ricerca, riconoscerne alcuni specifici caratteri di eterogeneità, quali, ad esempio:

- *Abilità ed esperienza variano significativamente.* I ciclisti amatoriali possono essere classificati in modo differente in base al volume di allenamento, alla velocità, allo scopo della pedalata e alla disciplina⁵;
- *Scopo del ciclismo.* Alcuni ciclisti pedalano principalmente per svago / allenamento, altri per spostamenti casa-lavoro o per utilità; ognuno di questi gruppi presenta modelli comportamentali, atteggiamenti e profili demografici distinti;
- *Il comportamento in termini di velocità, la scelta del percorso e l'interazione con le infrastrutture differiscono tra i ciclisti.* La variazione tra i ciclisti rappresenta molte differenze nelle velocità della pedalata⁶;
- *Atteggiamenti, tratti della personalità e comportamenti a rischio influenzano la sicurezza dei ciclisti.* A tal riguardo, è stato dimostrato che la rabbia, l'impulsività e l'assenza di regole in bicicletta recano a un coinvolgimento emotivo correlato alla frequenza degli incidenti⁷.

2.2. IL CICLISTA NEI CONTESTI DI TRASPORTO, SALUTE E SICUREZZA

Dal punto di vista della pianificazione dei trasporti, i ciclisti rappresentano una

³ Cfr. FRABONI *et al.* 2021.

⁴ Cfr. ROBIDOUX 2021. Il movimento sul *piano sagittale*, che divide il corpo in *emisoma* destro e sinistro, avviene attorno a un asse trasversale (o medio-laterale) ed è principalmente rappresentato dai movimenti di flessione ed estensione. Questi movimenti comportano l'avvicinamento (*flessione*) o l'allontanamento (*estensione*) tra le due parti del corpo che sono separate da tale asse.

⁵ Cfr. PRIEGO QUESADA *et al.* 2018.

⁶ Cfr. YAN, MAAT, VAN WEE 2024.

⁷ Cfr. ZHENG *et al.* 2019.

modalità di mobilità attiva la cui adozione ha molteplici implicazioni per la salute, l'ambiente e la struttura urbana. L'Organizzazione Mondiale della Sanità sottolinea che i ciclisti dovrebbero essere inseriti in sistemi olistici, che integrino adeguate infrastrutture, norme e misure comportamentali⁸.

Dal punto di vista della salute / biomeccanica, il ciclista interagisce con la bicicletta come con un mezzo meccanico di spostamento e può essere soggetto a lesioni da sovraccarico a causa di esigenze dinamiche e fisiologiche specifiche⁹. Dal punto di vista della sicurezza comportamentale, i ciclisti sono utenti della strada vulnerabili; i fattori di personalità e comportamentali giocano un ruolo importante nel rischio di incidente¹⁰.

2.3. TIPOLOGIE DI CICLISTI: CATEGORIE, CARATTERISTICHE E RIFERIMENTI CHIAVE

A causa dell'eterogeneità delle tipologie di ciclisti, molti studi sottolineano la necessità di segmentare i ciclisti, ad esempio, in base allo scopo, all'abilità, alla frequenza, piuttosto che trattarli come un gruppo omogeneo¹¹.



Figura 1. Un ciclista “pendolare”¹².

Nello studio sul comportamento nei trasporti, l'etichetta “ciclista” può mascherare motivazioni e atteggiamenti correlati¹³. Nella ricerca sulla sicurezza e la salute,

⁸ Cfr. WHO FTC 2020.

⁹ Cfr. ROBIDOUX 2021.

¹⁰ Cfr. ZHENG *et al.* 2019.

¹¹ Cfr. PRIEGO QUESADA *et al.* 2018.

¹² Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_commuting#/media/File:Urban_cycling_III.jpg>.

¹³ Cfr. FRABONI *et al.* 2021.

l'esposizione del ciclista, il comportamento a rischio e l'interazione con la bicicletta devono essere attentamente specificati; ad esempio, con la distinzione tra *ciclisti amatoriali ed agonisti, pendolari e in contesti sportivi*¹⁴.

Tipo di ciclista	Scopo principale / Motivazione	Caratteristiche tipiche	Contesto di utilizzo
<i>Ciclista pendolare</i> ¹⁵	Trasporto giornaliero tra casa e luoghi di lavoro o di studio	Uso regolare, motivazione utilitaristica; risparmio di tempo e denaro; in genere si sposta in aree urbane; spesso in abbinamento con i mezzi pubblici	Percorsi urbani/suburbani; infrastrutture con piste ciclabili; spostamenti nelle ore di punta
<i>Ciclista utilitario</i> ¹⁶	Attività pratiche quotidiane (spesa, commissioni, consegne, visite)	Viaggi di breve distanza; concentrarsi sulla comodità e sulla funzionalità piuttosto che sulla velocità o sulla forma fisica; è possibile utilizzare biciclette da carico o elettriche	Strade locali, quartieri e brevi spostamenti urbani
<i>Ciclista ricreativo / tempo libero</i> ¹⁷	Piacere, relax o attività sociale	Frequenza di pedalata irregolare; spesso ciclisti da bel tempo; enfasi sul divertimento piuttosto che sull'efficienza o sulle prestazioni	Parchi, vie verdi, strade rurali, piste ciclabili
<i>Ciclista sportivo / agonistico</i> ¹⁸	Prestazioni atletiche, gare, allenamento	Elevata forma fisica; attrezzatura specializzata; programmi di allenamento; orientato alle prestazioni; spesso parte di club o squadre	Gare su strada, velodromi, sentieri di montagna
<i>Ciclista fitness</i> ¹⁹	Esercizio fisico e mantenimento della salute	Andare in bicicletta regolarmente come allenamento; si possono usare rulli da interno o percorsi all'aperto; si è interessati ai benefici fisiologici	Palestre, parchi urbani, strade suburbane
<i>Ciclista avventuroso / turistico</i> ²⁰	Esplorazione, viaggio, tour a lunga distanza	Spesso viaggiano su lunghe distanze; portano attrezzatura; sono interessati ai paesaggi e alle esperienze culturali; sono orientati alla resistenza ²¹	Percorsi interurbani, rurali e internazionali
<i>Ciclista con bici elettrica / a pedalata assistita</i> ²²	Comodità, accessibilità e viaggi a lunga distanza con meno sforzo	Fascia d'età più ampia; riduce le barriere di forma fisica e terreno; promuove l'inclusività nel ciclismo	Aree urbane/suburbane; traffico misto o corsie condivise

Tabella 1. Tipologie di ciclisti: categorie, caratteristiche e riferimenti chiave.

2.4. ABBIGLIAMENTO PER IL CICLISMO SU STRADA

L'abbigliamento da ciclismo su strada si riferisce agli indumenti specializzati indossati dai ciclisti quando pedalano su vie di comunicazione, tipicamente a velocità da moderate a più elevate e spesso in posizione piegata, per favorire l'aerodinamicità.

¹⁴ Cfr. ROBIDOUX 2021.

¹⁵ Cfr. HEINEN, VAN WEE, MAAT 2009.

¹⁶ Cfr. PUCHER, DILL, HANDY 2010.

¹⁷ Cfr. DILL McNEIL 2013.

¹⁸ Cfr. FONDA, SARABON 2010.

¹⁹ Cfr. OJA *et al.* 2011.

²⁰ Cfr. OJA *et al.* 2011.

²¹ Cfr. LAMONT 2009.

²² Cfr. FISHMAN, CHERRY 2020.

Questo abbigliamento si distingue dall'abbigliamento *casual*, utilizzato per trasferte casuali, in quanto integra caratteristiche funzionali, ergonomiche, aerodinamiche e orientate al comfort, pensate appositamente per le esigenze del ciclismo su strada. L'abbigliamento per il ciclismo è molto più di un semplice accessorio alla moda. È un fattore cruciale per prestazioni, comfort e sicurezza, sia per un ciclista amatoriale sia per un professionista esperto. Un buon abbigliamento da ciclismo combina tecnologie avanzate, materiali e conoscenze per offrire un supporto ottimale durante la pedalata²³. Ad esempio, nel ciclismo agonistico, il fattore aerodinamico può fare la differenza tra la vittoria e la sconfitta; quindi, ridurre la resistenza aerodinamica è una priorità assoluta nella progettazione dell'abbigliamento da gara.



Figura 2. Abbigliamento ciclistico²⁴.

²³ Cfr. ZHANG, WANG 2015.

²⁴ Fonte: <<https://www.amazon.it/ciclismo-abbigliamento-mountain-ciclisti-DFKE/dp/B099MJ4464>>.

Ogni cucitura, scelta dei materiali e posizionamento dei vari componenti di tessuto deve essere analizzata per ridurre al minimo la resistenza aerodinamica. Così, anche per il ciclismo stradale, le maglie moderne combinano tessuti lisci nella parte frontale, con materiali strutturati su maniche e schiena.

Questo design riduce la resistenza aerodinamica, ottimizzando il flusso d'aria attraverso il corpo. Comunque, che si tratti di aerodinamica, gestione dell'umidità o vestibilità, l'abbigliamento giusto fa la differenza. Dietro ogni capo c'è un affascinante processo di innovazione e artigianalità.



Figura 3. Abbigliamento aerodinamico per ciclista²⁵.

2.4.1 LE FUNZIONI PRINCIPALI DELL'ABBIGLIAMENTO DA CICLISMO

Le funzioni principali dell'abbigliamento da ciclismo su strada includono:

- *Aerodinamica / riduzione della resistenza aerodinamica* – Poiché i ciclisti su strada pedalano spesso a velocità elevate, l'abbigliamento è progettato per ridurre al minimo lo svolazzamento del tessuto e la resistenza all'aria²⁶;

²⁵ Fonte: <<https://www.velofanatics.com/are-aero-cycling-jerseys-really-faster/>>.

²⁶ Cfr. FERGUSON *et al.* 2022.

- *Regolazione termica e gestione dell'umidità* – I kit da strada utilizzano spesso tessuti traspiranti e tecnici per gestire il sudore, mantenere la temperatura della pelle e ridurre il disagio termico;
- *Vestibilità con qualità ergonomica e comfort* – Poiché il ciclista mantiene la posizione di pedalata per periodi prolungati, l'abbigliamento deve essere tagliato e realizzato per adattarsi alla flessione, al movimento della pedalata, al contatto con la sella e a evitare sfregamenti o punti di pressione²⁷. Ogni ciclista sa che la vestibilità giusta può fare la differenza in una pedalata. Ecco perché le aziende produttrici offrono diverse opzioni di vestibilità, dai completi da gara per i ciclisti agonisti alle vestibilità più comode per i ciclisti amatoriali;



Figura 4. Il fondello per l'abbigliamento del cicloturista²⁸.

²⁷ Cfr. ZUO, CONG 2021.

²⁸ Fonte: <https://freedomcycle.co/products/newboler-cycling-shorts-breathable-mesh-cycling-underwear-5d-gel-pad-shockproof-mtb-bike-shorts-man-shorts?srsId=AfmBOooVjy6ECCqV1DJLzZk1OCZmxErzMQxw_0bFbTI7FdF01mN2oaXa>.

- *La qualità ergonomica del Fondello* – È questa la parte forse più importante dell'abbigliamento del ciclista; si tratta dell'inserito imbottito nei pantaloncini da ciclismo. La scienza alla base del design dei fondelli si è evoluta notevolmente negli ultimi anni. I fondelli moderni sono realizzati con schiuma multidensità e design anatomici per ridurre i punti di pressione e migliorare il comfort durante le lunghe pedalate. Vi vengono anche integrati trattamenti antibatterici, per combattere odori e infezioni²⁹. Inoltre, alcune opzioni di fascia alta includono schiume perforate per una migliore traspirabilità, mantenendo i ciclisti freschi e asciutti anche durante le lunghe pedalate;
- *Protezione e visibilità* – L'abbigliamento può incorporare membrane antivento o impermeabili (per il maltempo), protezione UV e, in alcuni casi, elementi ad alta visibilità / riflettenti per la sicurezza;
- *Supporto e gestione muscolare* – Alcuni capi includono caratteristiche di compressione o supporto volte a ridurre le vibrazioni, stabilizzare i muscoli e potenzialmente migliorare le prestazioni o il recupero;
- *Sostenibilità nella produzione dell'abbigliamento da ciclismo* - Con l'aumento delle problematiche ambientali, la sostenibilità è diventata un obiettivo chiave per molti marchi di abbigliamento da ciclismo³⁰. Occorre ridurre gli sprechi e utilizzare materiali ecocompatibili senza sacrificare le prestazioni. È quindi necessario studiare e sviluppare tessuti biodegradabili e ridurre il consumo di acqua nei processi produttivi. Queste innovazioni garantiscono che la prossima generazione di abbigliamento da ciclismo non solo offra prestazioni elevate, ma abbia anche un impatto ambientale ridotto.

²⁹ Sotto i pantaloncini da bici non devono essere assolutamente mai indossate mutande né boxer. Indossare le mutande sotto il pantalone da ciclismo è scomodo e fastidioso, anche perché lo sfregamento può provocare irritazioni e abrasioni nelle zone più delicate (inguine / interno coscia) e ovviamente anche nelle parti intime. Il *fondello* per ciclismo è ideato per entrare a contatto diretto con la pelle nuda, andando ad adattarsi all'anatomia e alla forma del corpo. Inoltre, il fondello per ciclismo deve essere adatto al tipo di disciplina e non si deve mai scegliere un fondello da uomo per una donna e viceversa, in quanto esso è realizzato seguendo l'anatomia femminile e maschile e quindi un fondello da uomo non sarà adatto per una donna (cfr. BIOTEX in Siti web).

³⁰ Cfr. AL MAHMUD, WICKRAMARATHNE, KUYS 2023.

2.4.2 MATERIALI E CARATTERISTICHE DI DESIGN

La scelta dei materiali e del taglio dei tessuti è fondamentale per le prestazioni. Studi specifici dimostrano che i tessuti sintetici (ad esempio, miscele di poliestere / nylon) superano il cotone al 100% in una cronometro di 20 km nei termini di velocità e potenza, presumibilmente grazie a una migliore traspirabilità e a una temperatura cutanea più bassa³¹.

Nella ricerca di design, l'abbigliamento da ciclismo deve tenere conto del *design strutturale* (modello, taglio), della *selezione di tessuti funzionali* e del *colore/visibilità*³². Come già asserito, l'abbigliamento aerodinamico presenta spesso tessuti lisci sulla parte anteriore, tessuti a rete o strutturati nelle zone a bassa resistenza aerodinamica e vestibilità aderente “da gara” piuttosto che capi larghi.

La ricerca sulle prestazioni ergonomiche sottolinea il fatto che questi indumenti devono favorire il comfort, la permeabilità al sudore e i movimenti ripetuti del ciclismo; le valutazioni possono essere sia soggettive (comfort) sia oggettive (resistenza termica del tessuto, traspirabilità)³³. Tra le tendenze emergenti figurano i “tessuti intelligenti” dotati di sensori integrati o tecnologie di raffreddamento (come il raffreddamento tramite ventola o i materiali a cambiamento di fase) per ottimizzare il comfort in climi difficili³⁴.

2.4.3 CONSIDERAZIONI SU PRESTAZIONI, COMFORT E INFORTUNI/FASTIDIO

La scelta dell'abbigliamento ha effetti misurabili: nello studio sul confronto tra sintetico e cotone, i ciclisti con abbigliamento sintetico hanno prodotto una maggiore potenza e tempi più rapidi, associati a una temperatura cutanea più bassa e a un migliore comfort percepito.

Comfort e vestibilità sono importanti; una ricerca sul comfort dell'abbigliamento da ciclismo ha rilevato che un design/tessuto scadente dell'abbigliamento porta a

³¹ Cfr. FERGUSON *et al.* 2022.

³² Cfr. ZHANG, WANG 2015.

³³ Cfr. ZUO, CONG 2021.

³⁴ Cfr. AL MAHMUD, WICKRAMARATHNE, KUYS 2023.

disagio e che l'abbigliamento dovrebbe essere selezionato in base alla postura e alla velocità di pedalata per poter ottenere delle prestazioni ottimali³⁵.

Il disagio o un abbigliamento inadatto possono contribuire indirettamente a problemi fisiologici o biomeccanici (ad esempio, irritazioni, piaghe da decubito, mal di schiena) attraverso la pressione, una scarsa regolazione del calore/umidità o la limitazione del movimento³⁶. In particolare, per i ciclisti su strada, il vantaggio aerodinamico e termico dell'abbigliamento può essere più significativo a velocità più elevate; l'abbigliamento diventa quindi una variabile di prestazione.

2.4.4 IMPLICAZIONI PRATICHE E DI RICERCA

Quando si ricerca o si descrive l'abbigliamento per il ciclismo su strada, è utile categorizzarlo in base allo scopo (ad esempio, gara breve – lunga pedalata di resistenza – pendolarismo) e alle condizioni ambientali (caldo, freddo, umido), poiché, in tali casi, anche i requisiti di progettazione variano significativamente.

Nel ciclismo orientato al trasporto (piuttosto che allo sport), l'abbigliamento può dare priorità a durata, visibilità e protezione dalle intemperie piuttosto che all'aerodinamica o ai tessuti all'avanguardia, distinguendo così, per le prestazioni ottenute, l'abbigliamento da ciclismo su strada rispetto a quello più casual.

La ricerca nel design dell'abbigliamento coinvolgerà progressivamente sempre più integrazioni “intelligenti” (sensori, unità di raffreddamento), sostenibilità (tessuti riciclati, produzione ecologica) e valutazione ergonomica (soggettiva e oggettiva)³⁷.

Ricapitolando, nell'abbigliamento per il cicloturismo convergono diverse discipline, tra le quali l'ingegneria delle prestazioni (aerodinamica + tessuto), l'ergonomia (vestibilità + comfort) e la fisiologia (termoregolazione + affaticamento muscolare). In definitiva, per “abbigliamento da ciclismo su strada” si intendono tutti quegli indumenti specializzati (ad esempio maglie, pantaloncini con bretelle, giacche,

³⁵ Cfr. TEYEME *et al.* 2019.

³⁶ Cfr. TEYEME *et al.* 2019.

³⁷ Cfr. AL MAHMUD, WICKRAMARATHNE, KUYS 2023.

calzamazie) progettati per i ciclisti che pedalano su strada, in genere a velocità da moderate ad alte e in posture aerodinamiche, il cui design integra caratteristiche di aerodinamicità, regolazione termica e dell'umidità, vestibilità ergonomica e comfort e tecnologie dei tessuti appositamente studiate e realizzate.



Figura 5. Cartello raffigurante un uomo in bicicletta³⁸.

2.5 VESTIBILITÀ ERGONOMICA E COMFORT NELL'ABBIGLIAMENTO DA CICLISMO

La vestibilità ergonomica e il comfort sono fattori determinanti per prestazioni, efficienza e soddisfazione nell'abbigliamento da ciclismo su strada. Poiché i ciclisti

³⁸ Fonte: <<https://www.amazon.com/Cycling-Antique-Underestimate-Bathroom-Decoration/dp/B0963N538W>>.

mantengono una postura relativamente fissa e flessa in avanti per lunghi periodi, l'abbigliamento che indossano deve adattarsi ai movimenti ripetitivi delle gambe, al contatto con la sella e al posizionamento aerodinamico. Un abbigliamento da ciclismo ergonomicamente valido migliora sia il comfort fisico sia i rendimenti, mentre un design scadente può contribuire a disagio, inefficienza biomeccanica e persino a lesioni da sovraccarico³⁹.

2.5.1 ERGONOMIA E DESIGN DELL'ABBIGLIAMENTO

L'ergonomia nell'abbigliamento da ciclismo si riferisce all'allineamento tra la costruzione dell'indumento e la postura dinamica del corpo umano durante la pedalata. La ricerca indica che il taglio anatomico, il posizionamento delle cuciture e le proprietà elastiche dei tessuti dovrebbero riflettere il movimento della pedalata del ciclista e la configurazione angolare delle articolazioni durante la pedalata⁴⁰.

Studi che utilizzano la scansione tridimensionale del corpo e l'analisi del movimento hanno dimostrato che gli indumenti ottimizzati per la posizione del ciclista, piuttosto che per la posizione eretta, riducono al minimo la tensione del tessuto e i punti di pressione⁴¹. Questa "modellatura specifica per la posizione" consente ai tessuti indossati di muoversi in armonia con gli arti del ciclista, prevenendo restrizioni o irritazioni cutanee.

L'abbigliamento da ciclismo moderno incorpora una realizzazione multipannello con tessuti elastici, a maglia o a base di *spandex*⁴² per ottenere una perfetta aderenza senza un'eccessiva compressione⁴³. L'integrazione di zone elastiche nelle aree ad alta mobilità (spalle, cosce e ginocchia) e di pannelli compressivi sui gruppi muscolari (quadricipiti, glutei), migliora sia la vestibilità che il feedback propriocettivo⁴⁴.

³⁹ Cfr. ZUO, CONG 2021; FERGUSON *et al.* 2022.

⁴⁰ Cfr. ZUO, CONG 2021; FERGUSON *et al.* 2022.

⁴¹ Cfr. ZHANG, WANG 2015.

⁴² Lo *spandex* è una fibra sintetica di poliuretano, conosciuta anche come *elastano*, commercialmente, *Lycra*. È noto per la sua eccezionale elasticità, potendo allungarsi fino a cinque volte la sua lunghezza iniziale per poi tornare alla forma originale. Viene solitamente mescolato con altre fibre (come cotone o poliestere) per creare tessuti elastici e resistenti.

⁴³ Cfr. FONDA, SARABON 2010.

⁴⁴ Cfr. OKSA, RINTAMÄKI, RISSANEN 2004.

2.5.2 COMFORT E REGOLAZIONE FISIOLOGICA

Il comfort nell'abbigliamento da ciclismo va oltre la percezione soggettiva: comprende dimensioni di *comfort termico*, tattile e pressorio. Il comfort termico è determinato principalmente dalla gestione dell'umidità e dalla traspirabilità. I tessuti che allontanano il sudore dalla pelle e ne consentono una rapida evaporazione contribuiscono a mantenere un microclima stabile, prevenendo surriscaldamento e irritazioni⁴⁵.

Il *comfort tattile* è correlato alla morbidezza del tessuto, alla levigatezza delle cuciture e alle caratteristiche di attrito; questi fattori influenzano la probabilità di abrasioni cutanee e piaghe da sella⁴⁶. Il *comfort pressorio*, invece, deriva dalla distribuzione uniforme della tensione sul corpo. Gli indumenti che esercitano una pressione non uniforme, in particolare su orli elastici, bretelle o punti di contatto con il fondello, possono ridurre il flusso sanguigno e causare fastidio localizzato.



Figura 6. Confort nel cicloturismo⁴⁷.

I metodi di valutazione ergonomica, inclusi i sistemi di mappatura della pressione, sono sempre più utilizzati per stimare oggettivamente questi effetti⁴⁸. Per ciò che attiene all'interazione tra *vestibilità*, *comfort* e *prestazioni*, esistono studi specifici su questo argomento.

⁴⁵ Cfr. FERGUSON *et al.* 2022.

⁴⁶ Cfr. BARKER, COLE 2019.

⁴⁷ Fonte: <<https://www.cyclingweekly.com/group-tests/best-short-sleeve-jerseys-for-summer-and-indoor-riding>>.

⁴⁸ Cfr. ZUO, CONG 2021.

Ad esempio Ferguson e il suo gruppo di studio⁴⁹ hanno scoperto che gli atleti che indossavano kit sintetici, hanno raggiunto una maggiore potenza e temperature cutanee più basse rispetto a quelli che utilizzavano tessuti non tecnici, suggerendo che comfort e termoregolazione contribuiscono congiuntamente alle prestazioni. Analogamente Li, Liu, Yu⁵⁰, hanno sottolineato il fatto che il comfort percepito può influenzare la resistenza, la motivazione e la prontezza psicologica durante i percorsi su lunghe distanze. Pertanto, il comfort è un fattore determinante sia fisiologico che psicologico dell'efficienza atletica.

Inoltre, comfort ed ergonomia influenzano la prevenzione degli infortuni. Indumenti non adatti possono esacerbare lo stress meccanico sul perineo, sulle spalle o sulla parte bassa della schiena a causa dell'attrito e della limitazione del movimento.

Zuo & Cong⁵¹ sottolineano la necessità di un abbigliamento biomeccanicamente configurato, che supporti la funzione muscolare e riduca al minimo lo stress da taglio nelle zone di contatto più intense, riducendo i fattori di rischio per gli infortuni da sovraccarico frequenti nel ciclismo su strada.

Per il futuro, la ricerca emergente sull'abbigliamento ergonomico da ciclismo si concentra su tessuti intelligenti, compressione adattiva e modelli 3D personalizzati. Gli *indumenti intelligenti* con sensori integrati possono monitorare la postura, l'attività muscolare e il carico termico in tempo reale, consentendo un'ottimizzazione personalizzata del comfort⁵².

Inoltre, le innovazioni tessili sostenibili, come le miscele di *elastan* riciclato, mirano a bilanciare prestazioni ergonomiche e responsabilità ambientale. Il futuro design ergonomico probabilmente unirà scienza dei materiali, sartoria digitale e biomeccanica per offrire dei kit da ciclismo personalizzati, che migliorino il comfort e riducano lo sforzo fisiologico.

⁴⁹ Cfr. FERGUSON *et al.* 2022.

⁵⁰ Cfr. LI, LIU, YU 2020.

⁵¹ Cfr. ZUO, CONG 2021.

⁵² Cfr. BARKER, COLE 2019.

2.6 I MUSCOLI UTILIZZATI PER LA TRAZIONE NEL CICLISMO

Nell'ambito del ciclismo, la "fase di trazione" (spesso sinonimo della fase di "discesa" o di potenza della pedalata) si attua quando il ciclista applica forza sul pedale, principalmente dalla parte superiore⁵³, fino alla parte inferiore della pedalata⁵⁴.

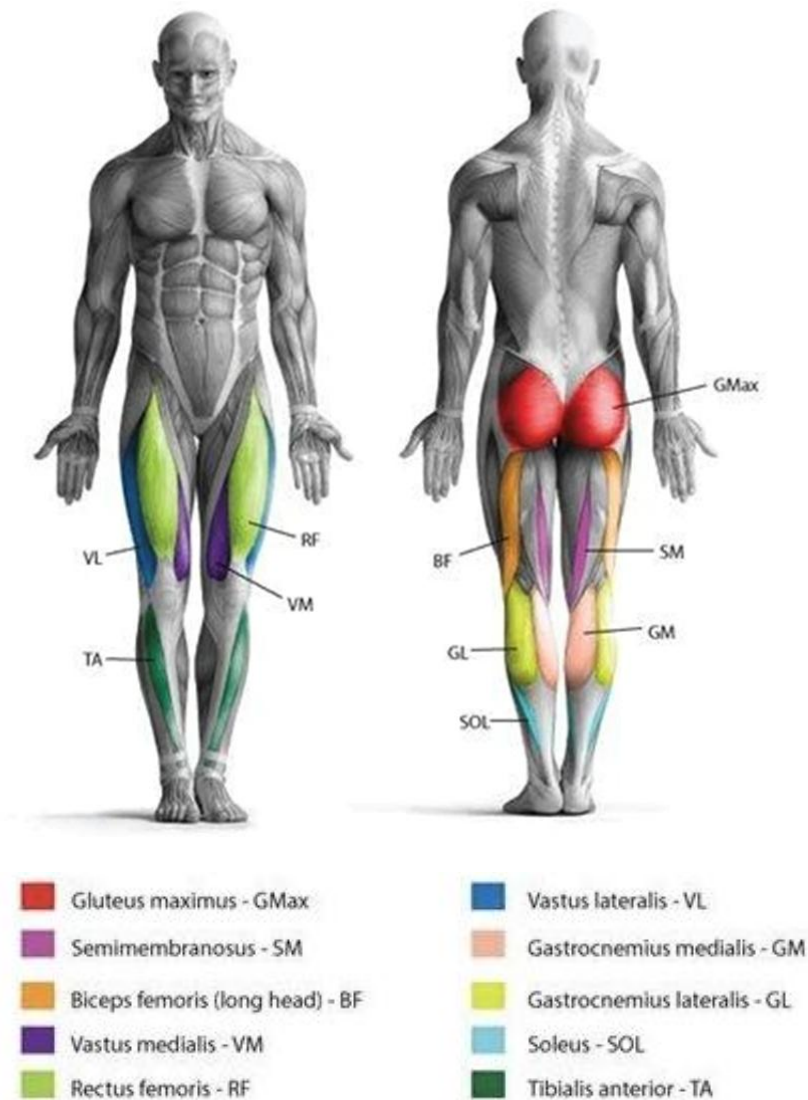


Figura 7. Muscoli scheletrici utilizzati nel ciclismo⁵⁵.

Durante questa fase, diversi gruppi muscolari principali contribuiscono alla maggior parte della produzione di potenza. A tal riguardo è interessante raffigurare il colpo di

⁵³ Ore 12 dell'orologio analogico.

⁵⁴ Ore 6 dell'orologio analogico.

⁵⁵ Fonte: <<https://www.siroko.com/blog/c/it/quali-muscoli-vengono-utilizzati-nel-ciclismo/#:~:text=Per%20spingere%20sui%20pedali%2C%20si,Tibiale%20anteriore>>.

pedale come il movimento delle lancette sul quadrante dell'orologio. In ogni momento utilizziamo muscoli diversi con differenti intensità. Il picco di forza viene esercitato fra le 12 e le 6 (specialmente fino alle 5) quando spingiamo il pedale verso il basso. Fra le 6 e le 12 la forza proviene dall'altra gamba e dall'inerzia della pedalata.

Tirare il pedale verso l'alto non aumenta l'efficienza, anzi. Questo movimento può aver senso solamente in alcune situazioni del *mountain biking* (salite ripide e/o scarsa trazione) e nel ciclismo su pista. Inoltre, si deve tener conto della perdita della potenza muscolare (*sarcopenia*⁵⁶) con l'avanzare dell'età⁵⁷, che di solito, si manifesta dopo i 40-50 anni di vita. Di seguito è riportato lo schema e la descrizione dei muscoli coinvolti nel ciclismo.

2.6.1 PRINCIPALI GRUPPI MUSCOLARI NELLA FASE DI SFORZO (TRAZIONE/POTENZA)⁵⁸

- *Gli estensori dell'anca* (principalmente il grande *gluteo*⁵⁹) iniziano a spingere; quindi, il grande gluteo viene attivato per estendere l'anca, avviando così la spinta verso il basso, esso si attiva nel punto morto superiore della pedalata (ore 12) e rimane in funzione durante l'intera spinta verso il basso (ore 6). È qui da notare il fatto che, poiché il grande gluteo è il più grande estensore dell'anca ed è ben posizionato per generare una forza verso il basso, una debolezza o un affaticamento in questa zona possono ridurre la potenza effettiva e portare a un uso eccessivo compensatorio di altri muscoli (ad esempio, i quadricipiti)⁶⁰.
- *Gli estensori del ginocchio* (gruppo del quadricipite femorale, composto dal vasto laterale, dal vasto mediale, dal vasto intermedio e dal retto femorale). Dopo che l'estensione dell'anca ha avviato il movimento verso il basso, subentra l'allungamento del ginocchio per spingere il pedale verso il basso. Secondo

⁵⁶ La *sarcopenia* è una sindrome caratterizzata dalla perdita progressiva e generalizzata di massa e forza muscolare, principalmente associata all'invecchiamento ma che può colpire anche persone più giovani a causa di malattie.

⁵⁷ Cfr. LAURETANI *et al.* 2025.

⁵⁸ Cfr. HOLLIDAY *et al.* 2023.

⁵⁹ I *glutei* sono un gruppo di tre muscoli (grande, medio e piccolo gluteo), mentre il *quadricipite* è un muscolo anteriore della coscia composto da quattro ventri muscolari (*retto del femore, vasto intermedio, vasto mediale e vasto laterale*). A livello di funzione, i glutei sono principali estensori e rotatori esterni dell'anca, mentre il quadricipite è il principale estensore del ginocchio.

⁶⁰ Cfr. CHAPMAN *et al.* 2007.

molte fonti, questo è il principale motore della potenza nella fase discendente. In letteratura si evince che l'attivazione del quadricipite inizia appena prima della parte superiore della battuta (circa ore 11) e raggiunge il picco intorno alle ore 2-3⁶¹. Inoltre, nelle salite più lunghe o ripide, ove è richiesta una coppia elevata, il contributo del quadricipite può prevalere maggiormente.

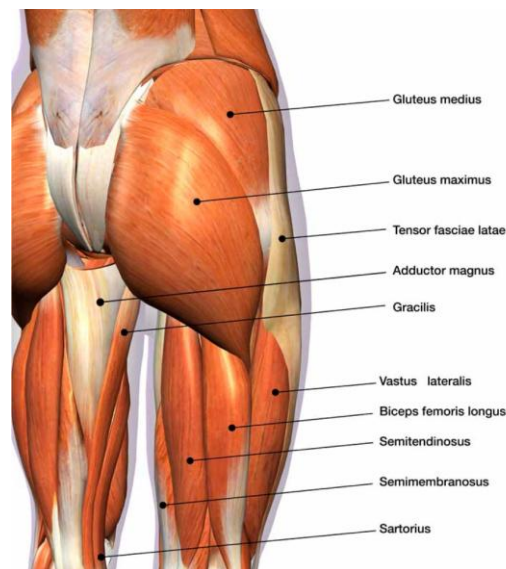


Figura 8. Muscoli posteriori della coscia⁶².

- *Muscoli posteriori della coscia* (bicipite femorale, semitendinoso, semimembranoso). Sebbene spesso considerati nella fase di recupero/salita, i muscoli posteriori della coscia svolgono un ruolo anche nella fase discendente, sia attraverso l'estensione dell'anca (in particolare vicino alla parte superiore) e sia stabilizzando il ginocchio durante l'allungamento. Una ricerca afferma che «i quadricipiti... e i glutei sono i principali responsabili della battuta discendente...», poi «i muscoli posteriori della coscia... continuano la loro azione fino alla fine della fase di potenza»⁶³. Questi muscoli hanno un ruolo di stabilizzazione e transizione, cioè i muscoli posteriori della coscia contribuiscono alla transizione mentre il pedale si sposta verso la fase di “dorso” inferiore. Infine, sebbene il

⁶¹ Cfr. DA SILVA *et al.* 2016.

⁶² Fonte <<https://www.technogym.com/it-IT/stories/gluteus-anatomy-4-exercises/>>.

⁶³ Cfr. CROWE 2003.

ruolo puramente “di trazione” dei muscoli posteriori della coscia sia maggiormente enfatizzato nella fase di recupero, essi contribuiscono comunque durante la fase discendente.

- *Muscoli del polpaccio / flessori plantari della caviglia (gastrocnemio e soleo)*. Questi muscoli contribuiscono alla flessione plantare della caviglia (puntando le dita dei piedi) e quindi aiutano a trasmettere la forza, attraverso il piede, al pedale, soprattutto nella parte inferiore della pedalata (intorno alle ore da 3 a 5) e, durante la successiva transizione, nella fase ascendente. Uno studio rileva il fatto che i muscoli del polpaccio contribuiscono per circa il 20% alla potenza della pedalata⁶⁴. Il loro ruolo potrebbe essere meno importante rispetto a quello dei quadricipiti e dei glutei, ma è comunque apprezzabile per un dosaggio fluido della forza e per ridurre i “punti morti” nella parte inferiore della pedalata.
- *Flessori dell'anca* (ad esempio, *ileopsoas*⁶⁵ e *retto femorale*⁶⁶). I flessori dell'anca sono più attivi nella fase di recupero/salita (sollevamento del pedale verso l'alto) e aiutano nella transizione dal punto morto inferiore a quello superiore, preparando la gamba per la successiva spinta discendente. Si tratta, dunque, di “muscoli di supporto”, che aiutano a mantenere la cadenza e a completare il ciclo senza intoppi dopo i principali movimenti della pressione discendente.
- *Muscolatura del core*⁶⁷ e *del tronco*⁶⁸. Sebbene non siano direttamente responsabili della propulsione delle gambe, i muscoli come quelli della parte bassa della

⁶⁴ Cfr. MOBED 2025.

⁶⁵ L'*ileopsoas* è un muscolo composto da due parti (il *muscolo iliaco* e lo *psaos*) che è fondamentale per la flessione dell'anca, il movimento della gamba verso l'alto. Si estende dalla parte inferiore della colonna vertebrale fino al femore e aiuta a stabilizzare la bassa schiena, rendendolo importante per la postura e il movimento come camminare e correre.

⁶⁶ Il *retto femorale* è uno dei quattro muscoli del quadricipite, situato nella parte anteriore della coscia. È un muscolo bi-articolare che collega l'anca e il ginocchio, svolgendo la funzione di estendere il ginocchio e flettere l'anca. La sua azione è fondamentale per movimenti potenti come il calciare, correre e saltare.

⁶⁷ I muscoli del *core* sono il “corsetto” che circonda il tronco e comprende il *diaframma*, i *muscoli addominali* (*retto*, *obliqui*, *trasverso*), i *muscoli paravertebrali* (*erettori spinali*, *multifido*, *quadrato dei lombi*), i *muscoli del pavimento pelvico* e i *glutei*. Questa zona muscolare ha la funzione principale di stabilizzare, sostenere e proteggere la colonna vertebrale, fungendo da centro di energia per tutti i movimenti.

⁶⁸ I *muscoli del tronco* sono un vasto insieme di muscoli che includono, ad esempio, la *muscolatura del core* (*addominali*, *obliqui*, *pavimento pelvico*, *diaframma*, *multifido*, *erettori spinali*) e i *muscoli della parete toracica* e *della schiena* come *pettorali*, *dorsali*, *intercostali*, *deltoidi* e *trapezio*. Questi muscoli sono responsabili della postura, del movimento del tronco, della respirazione e della stabilità del corpo.

schiena (*erettori spinali*), gli *addominali*, gli *obliqui* e gli *stabilizzatori dell'anca*, mantengono stabili il bacino e il busto, in modo che la forza delle gambe possa essere trasmessa in modo efficiente alla pedivella anziché dispersa attraverso il movimento del corpo⁶⁹. È, infine, importante sottolineare il fatto che la generazione della forza efficace nella spinta discendente non dipende solo dalla forza muscolare nelle gambe, ma anche da una “piattaforma” prossimale⁷⁰ stabile.

È, infine, da notare il fatto che tutti i muscoli coinvolti e utilizzati nel ciclismo, come il *grande gluteo*, il *quadricipite femorale*, i *muscoli posteriori della coscia*, il *gastrocnemio*, il *soleo*, l'*ileo-psoas* e gli *stabilizzatori del core*, sono muscoli scheletrici⁷¹, ovvero:

- sono legati alle ossa tramite tendini;
- sono *muscoli volontari*, ovvero sotto il controllo cosciente (infatti, si decide o meno di pedalare);
- producono il movimento contraendosi e tendendo le ossa attraverso le articolazioni;
- sono caratterizzati istologicamente da *fibre striate*⁷².

Quindi, sebbene i sistemi cardiovascolare e respiratorio del corpo (che coinvolgono *muscoli lisci e cardiaci*) supportino le prestazioni ciclistiche, il movimento della pedalata in sé è eseguito interamente dai *muscoli scheletrici*.

In conclusione, durante la fase di trazione o di potenza del ciclismo, il movimento è prodotto esclusivamente da queste tipologie di muscoli e, principalmente come si è già specificato, dal grande gluteo, dal quadricipite femorale, dai muscoli posteriori della coscia e dal gastrocnemio, le cui contrazioni volontarie generano una coppia attorno alle articolazioni dell'anca, del ginocchio e della caviglia per far muovere la pedivella⁷³.

⁶⁹ Cfr. SO, NG, NG 2005.

⁷⁰ “Proximale” significa più vicino al centro del corpo o al punto di origine, mentre “distale” significa più lontano dal centro del corpo o dal punto di origine. Questi termini sono usati in anatomia per descrivere la posizione relativa delle strutture.

⁷¹ Cfr. FRONTERA, OCHALA 2015.

⁷² Il *tessuto muscolare striato* è un tessuto muscolare che, osservato al microscopio, presenta una bandeggiatura trasversale dovuta all'alternanza di zone chiare e zone scure, assente, invece, nel tessuto muscolare liscio.

⁷³ Cfr. PILOTTO *et al.* 2022.



Figura 9. Il ciclismo è un'attività a basso impatto, il che significa che è ottimo per le articolazioni, ma non altrettanto efficace nel supportare la densità ossea e i deficit posturali⁷⁴.

2.6.2. I MUSCOLI SCHELETRICI

Nel corpo umano, i tre tipi principali di muscoli sono quelli *lisci*, quelli *striati* e quello *cardiaco*. I *muscoli lisci* sono involontari e si trovano nelle pareti degli organi come lo stomaco e l'intestino. I *muscoli striati* (o *scheletrici*) sono volontari e si collegano alle ossa, permettendo il movimento. Il *muscolo cardiaco* è un tipo speciale di muscolo striato involontario che costituisce il cuore.

Nel caso del ciclista prenderemo in particolare considerazione i *muscoli scheletrici*⁷⁵. La fisiologia del muscolo scheletrico si basa sulla sua capacità di contrarsi, generare forza, attraverso lo scorrimento dei filamenti di actina e miosina nei sarcomeri e trasmettere tale forza alle ossa tramite i tendini. La contrazione è un processo volontario, controllato dal sistema nervoso centrale, che avviene in risposta a impulsi nervosi. Il conseguente movimento può essere *concentrico* (accorciamento), *isometrico* (statico) o *eccentrico* (allungamento).

⁷⁴ Fonte: <<https://new.dynamiccyclist.com/>>.

⁷⁵ Cfr. KAURA *et al.* 2024.

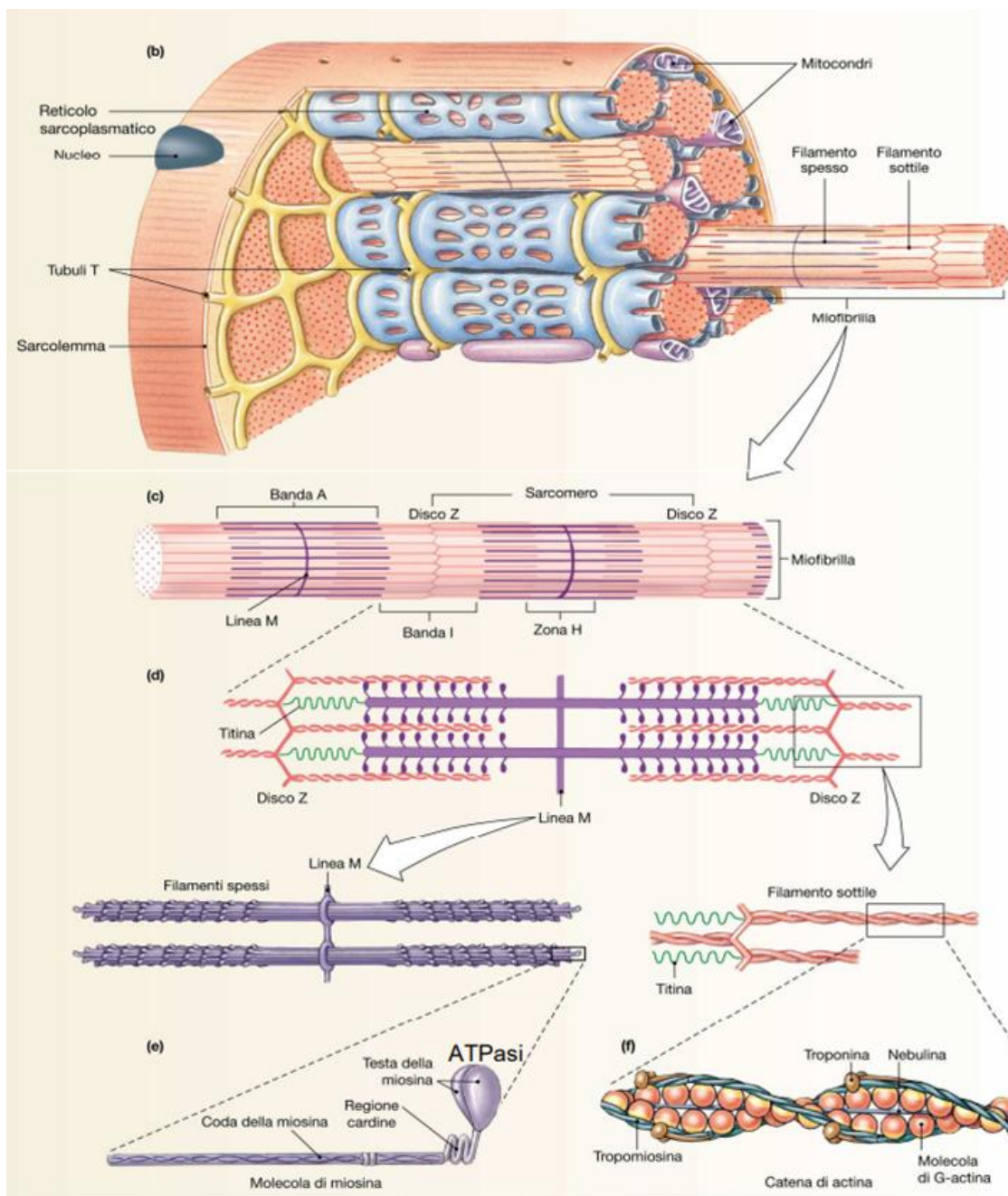


Figura 10. Struttura del muscolo scheletrico⁷⁶.

La struttura e composizione dei muscoli scheletrici è così organizzata:

- *Fibre muscolari*, che sono le unità base, lunghe e cilindriche, formate dalla fusione di *mioblasti*⁷⁷. Sono polinucleate⁷⁸ a causa di questa fusione;

⁷⁶ Fonte: <http://www.med.unipg.it/ccl/Materiale_Didattico/Fisiologia%20%28Grassi%29/2014/Nervoso/Muscolo%20scheletrico%202014.pdf>.

⁷⁷ I *mioblasti* sono cellule staminali muscolari embrionali che danno origine alle cellule muscolari mature (*miociti*) durante lo sviluppo. Sebbene siano cruciali per la crescita embrionale, sono anche coinvolti nella riparazione dei muscoli danneggiati.

⁷⁸ In biologia, provvisto di numerosi nuclei.

- *Miofibrille*, che sono strutture cilindriche all'interno delle fibre muscolari che contengono i filamenti contrattili (*actina*⁷⁹ e *miosina*⁸⁰) organizzati in unità ripetitive chiamate *sarcomeri*;
- *Sarcomero*, che rappresenta l'unità funzionale più piccola del muscolo, è delimitato da linee Z⁸¹ e che contiene i filamenti sottili (*actina*) e spessi (*miosina*);
- *Tessuto connettivo*⁸², che avvolge e connette le fibre e i fasci muscolari (*epimisio*, *perimisio*, *endomisio*⁸³) e si prolunga nel tendine⁸⁴, agganciando il muscolo all'osso;
- *Reticolo sarcoplasmatico*, ovvero una rete di tubuli che immagazzina e rilascia ioni calcio nel citoplasma (*sarcoplasma*) per avviare la contrazione;

Vediamo ora come si attua il meccanismo di contrazione:

- *Segnale nervoso*, un motoneurone⁸⁵ rilascia acetilcolina⁸⁶ nella giunzione neuromuscolare⁸⁷, innescando un impulso nervoso;

⁷⁹ L'*actina* è una proteina globulare essenziale per le cellule eucariote (che si distinguono per la presenza di un nucleo ben definito, delimitato da una membrana, la quale racchiude il materiale genetico, ovvero il DNA, nota per il suo ruolo nella contrazione muscolare e nella formazione del citoscheletro.

⁸⁰ La *miosina* è la proteina che forma i filamenti spessi nel *sarcomero*. Ha delle teste globulari che si legano all'*actina* e, grazie all'energia fornita dall'ATP, trascinano i filamenti sottili verso il centro del sarcomero, causando la contrazione.

⁸¹ Le *linee Z* delimitano i sarcomeri, le unità contrattili del muscolo, fungendo da punto di ancoraggio per i filamenti sottili di *actina*. Ogni sarcomero è il segmento compreso tra due linee Z adiacenti e la sua contrazione si verifica quando i filamenti sottili scorrono su quelli spessi, avvicinando tra loro le linee Z.

⁸² Il *tessuto connettivo* è uno dei quattro tessuti fondamentali del corpo umano, che ha il ruolo di connettere, sostenere, proteggere e isolare altri tessuti e organi.

⁸³ *Epimisio*, *perimisio* e *endomisio* sono tre strati di tessuto connettivo che organizzano il muscolo scheletrico, rivestendolo dall'esterno verso l'interno: l'*epimisio* avvolge l'intero muscolo, il *perimisio* divide le fibre in fasci e l'*endomisio* riveste ogni singola fibra muscolare. Questi strati forniscono supporto, protezione, trasmissione della forza e permettono il movimento, oltre a contenere vasi sanguigni e nervi.

⁸⁴ I *tendini* sono robuste fasce di tessuto connettivo che collegano i muscoli alle ossa, permettendo il movimento delle articolazioni. Sono costituiti principalmente da fibre di *collagene*, che conferiscono loro una grande resistenza alla trazione, ma con una limitata elasticità. I tendini trasmettono la forza generata dal muscolo all'osso.

⁸⁵ Un *motoneurone* è un tipo di cellula nervosa del sistema nervoso centrale che controlla direttamente o indirettamente i *muscoli volontari*, consentendo movimenti come camminare, parlare e deglutire. Ne esistono due tipi principali: i *motoneuroni superiori*, situati nel cervello, e i *motoneuroni inferiori*, che si trovano nel midollo spinale e nel tronco encefalico, e che trasmettono segnali ai muscoli.

⁸⁶ L'*acetilcolina* è un neurotrasmettitore fondamentale per la comunicazione nel sistema nervoso centrale e periferico, coinvolta nel controllo di funzioni come la contrazione muscolare, l'apprendimento, la memoria e la regolazione del battito cardiaco.

⁸⁷ La *giunzione neuromuscolare* (o *placca motrice*) è la sinapsi tra una fibra nervosa (*motoneurone*) e una fibra muscolare scheletrica, attraverso la quale l'impulso nervoso viene trasmesso per causare la contrazione muscolare.

- *Propagazione dello stimolo*, l'impulso si propaga lungo il *sarcolemma*⁸⁸ e nei tubuli T⁸⁹, che sono in contatto con il *reticolo sarcoplasmatico*⁹⁰;
- *Rilascio di calcio*, il rilascio di Ca²⁺ (ioni calcio⁹¹) nel sarcoplasma, scatenato dall'impulso nervoso, è il segnale che dà inizio alla contrazione muscolare;
- *Interazione actina-miosina*, gli ioni calcio si legano alla *tropomiosina*⁹², permettendo alla miosina di agganciarsi ai siti di legame sull'actina⁹³;
- *Scorrimento dei filamenti*, le teste della miosina effettuano cicli di attacco e rilascio (colpo di forza), trascinando i filamenti di actina verso il centro del sarcomero e facendolo accorciare.

Quando, poi, il segnale nervoso cessa, si attua il processo che fa seguito a quello avvenuto per la contrazione, che viene comunemente denominato “rilassamento muscolare”, in quanto i potenziali d'azione⁹⁴ cessano di essere trasmessi alla fibra muscolare. In assenza di segnali nervosi, il livello di Ca²⁺ nel sarcoplasma diminuisce notevolmente, in quanto esso viene rilasciato dal reticolo sarcoplasmatico solo durante la contrazione. Questa diminuzione rimuove gli ioni dai siti di legame

⁸⁸ Membrana connettivale che avvolge le fibre nervose.

⁸⁹ I *tubuli T* sono invaginazioni del *sarcolemma* (la membrana plasmatica della cellula muscolare) che penetrano all'interno della fibra muscolare, formando un sistema di canali. La loro funzione principale è quella di trasmettere rapidamente l'impulso nervoso dalla superficie della cellula alle zone più profonde, coordinando la contrazione muscolare attraverso il rilascio di calcio dal reticolo sarcoplasmatico.

⁹⁰ Il *reticolo sarcoplasmatico* (RS) è un organulo delle fibre muscolari che agisce come riserva di ioni calcio (Ca²⁺), rilasciandoli nel *citosol* (*sarcoplasma*) per iniziare la contrazione muscolare in risposta a uno stimolo nervoso. Si tratta di una rete di tubuli e cisterne che avvolge le *miofibrille* e si connette con i tubuli T, invaginazioni della membrana cellulare. Quando non è stimolato, accumula nuovamente il calcio al suo interno per permettere il rilassamento muscolare.

⁹¹ Lo ione calcio è uno dei cationi più importanti nel corpo umano, vitale per la salute muscolare, nervosa, scheletrica e digestiva. Inoltre, svolge un ruolo cruciale in chimica e biologia come “secondo messaggero” cellulare, regolando processi che vanno dalla contrazione muscolare al rilascio di neurotrasmettitori.

⁹² La *tropomiosina* è una proteina filamentosa presente nei muscoli, che regola la contrazione muscolare impedendo l'interazione tra actina e miosina a riposo. Quando il segnale di contrazione arriva (mediato dal calcio tramite la *troponina*), la *tropomiosina* si sposta, permettendo l'attacco dei ponti tra actina e miosina.

⁹³ L'*actina* e la *miosina* sono due proteine fondamentali per la contrazione muscolare: l'actina forma i filamenti sottili, mentre la miosina forma i filamenti spessi all'interno del sarcomero, l'unità contrattile del muscolo. La contrazione avviene quando le teste della miosina si agganciano ai filamenti di actina e scronano su di essi, accorciando il sarcomero e generando il movimento, un processo che richiede energia fornita dall'ATP (adenosintrifosfato), che è la “moneta energetica” della cellula, prodotta principalmente nei mitocondri. È fondamentale per tutte le reazioni metaboliche che richiedono energia (*reazioni endoergoniche*).

⁹⁴ I potenziali d'azione muscolari sono segnali elettrici rapidi che si propagano lungo la membrana delle fibre muscolari (*sarcolemma*) per innescare la contrazione. Innescati da potenziali graduati che superano una soglia, sono caratterizzati da una rapida depolarizzazione dovuta all'afflusso di ioni sodio, seguita da ripolarizzazione con l'uscita di ioni potassio. Questo processo si conclude con il rilascio di ioni calcio, essenziali per l'accorciamento del sarcomero.

dell'actina, consentendo ai filamenti di actina e miosina di separarsi e al muscolo di rilassarsi.

2.6.3 BIOMECCANICA E BIOENERGETICA DEL CICLISMO

In qualsiasi forma di locomozione umana, la massima velocità raggiunta v_{\max} è data dal rapporto tra la massima potenza muscolare E'_{\max} e l'energia spesa per unità di distanza C :

$$v_{\max} = E'_{\max} / C$$

Le attuali velocità record per prove di durata di “locomozione umana”, misurate per una durata di circa 15 minuti, vanno da un minimo di 6,2 km/h nel nuoto a un massimo di 55 km/h nel ciclismo. Ciò dipende dal fatto che il ciclismo è la forma di locomozione umana più economica in assoluto. In particolare, lungo un percorso piano e in assenza di vento, la forza che si oppone all'avanzamento (resistenza totale R_{tot}) consiste nella somma tra l'attrito volvente (R_v) e la resistenza aerodinamica, che aumenta con il quadrato della velocità⁹⁵.

$$R_{\text{tot}} = R_v + (k \cdot 2 \cdot v^2)$$

La costante k è proporzionale all'area proiettata sul piano frontale (ciclista più bicicletta: A_f), alla densità dell'aria (ρ) e dipende anche da un coefficiente C_x , tanto minore quanto migliore è la penetrazione aerodinamica del ciclista + velocipede.

$$K = 0,5 C_x \cdot 2 \cdot \rho \cdot 2 \cdot A_f$$

3. LA BICICLETTA

L'etimologia del lemma “bicicletta”⁹⁶ deriva dal sostantivo “biciclo”⁹⁷, che a sua volta è composto dal prefisso latino “bis” (due) e dal greco “kyklos” (cerchio, ruota).

⁹⁵ Dalla conferenza tenuta dal Prof. Pietro Enrico Di Prampero presso la Fondazione Luigi Danieli in data 16 ottobre 2025.

⁹⁶ Il *Vocabolario della Lingua Italiana*, Treccani, nel tomo I, p. 455, così definisce la bicicletta: «Veicolo a due ruote gommate, poste una dietro l'altra, fatto di norma per una sola persona che, a cavalcioni su un sellino, aziona con la forza muscolare delle gambe la ruota posteriore, mentre con le mani impugna il manubrio, sterzando la ruota anteriore per dare la direzione di marcia al veicolo stesso; parti essenziali sono, oltre a quelle già nominate, il telaio, la forcella, l'albero delle pedivelle o asse centrale, i pedali».

⁹⁷ Italianizzazione del termine francese “bicycle”.

Quindi, letteralmente, “bicicletta” significa “con due ruote” o “con due cerchi”.

La prima bicicletta nasce nell’anno 1817 con la denominazione di “draisina”, dal nome del suo inventore, il barone tedesco Karl von Drais. Questo dispositivo, conosciuto anche come la “macchina da corsa” o “correre a cavallo”, è considerato il primo veicolo a due ruote controllato da un essere umano. La draisina non aveva pedali; al loro posto, l’utente si sedeva sul sellino e si spingeva con i piedi, facendo leva contro il suolo. Sebbene rudimentale, la draisina rappresentò un grande passo avanti nel concetto di trasporto personale.

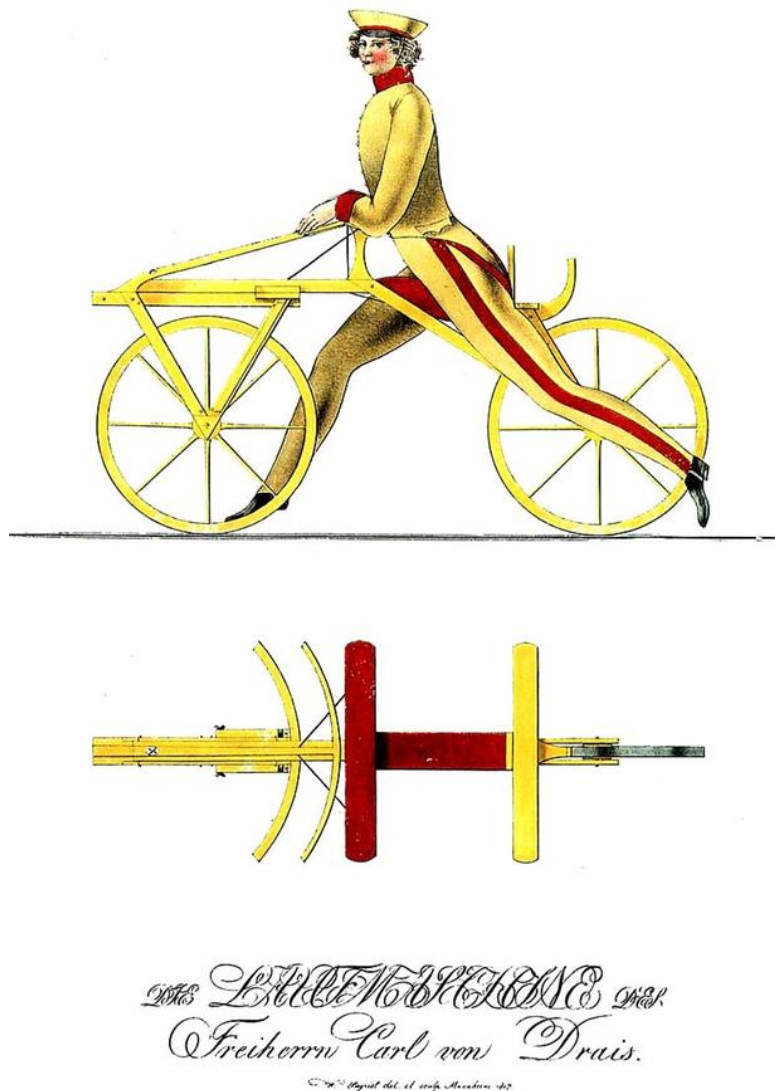


Figura 11. La draisina⁹⁸.

⁹⁸ Fonte: <<https://en.m.wikipedia.org/wiki/File%3ADraisine1817.jpg>>.

Successivamente, intorno all'anno 1865, il fabbro francese Pierre Michaux e suo figlio Ernest⁹⁹, abili nella lavorazione dei metalli, seppero trasformare totalmente la "draisina", costruendone tutti i componenti in ferro forgiato e lasciando in legno solo le ruote. Ma la vera invenzione consistette nell'introdurre i pedali, che erano incorporati direttamente sulla ruota anteriore, permettendo così ai ciclisti di muoversi più velocemente e con minore sforzo. Nacque, così, quella che molti considerano la prima "bicicletta" in senso moderno, la bicicletta Michaux, conosciuta anche come *velocipede*.



Figura 12. Museo Nicolis, riproduzione del velocipede Michaux¹⁰⁰.

Successivamente, nel 1869, il francese Eugène Meyer ideò il *biciclo* e brevettò la ruota a raggi (in lingua francese: *roue à rayons*). Il biciclo, che in Inghilterra, venne chiamato "spider", faceva uso di una ruota anteriore più grande, il che consentiva di raggiungere maggiori velocità in tutte le condizioni, tranne che nelle salite. La ruota grande, inoltre, faceva sentire di meno le asperità del terreno, in quanto, all'epoca, le strade asfaltate

⁹⁹ Cfr. MUSEO NICOLIS in Siti web.

¹⁰⁰ Fonte: <<https://www.museonicolis.com/biciclo-a-pedali-tipo-michaux/>>.

erano pochissime. Il risvolto negativo era, però, costituito dalla maggiore altezza dal suolo, che per il guidatore poteva comportare incidenti da caduta anche mortali, in particolare per via della presenza di asperità del terreno o problemi durante la frenata, in quanto i pedali erano collegati direttamente alla ruota che aveva il rocchetto¹⁰¹ fisso.



Figura 13. Riproduzione di un biciclo¹⁰².

3.1 COMPONENTI PRINCIPALI DI UNA BICICLETTA ODIERNA

La bicicletta moderna è composta da cinque gruppi principali di parti e componenti¹⁰³:

- *Il telaio e la forcella.* Il telaio è la struttura principale della bicicletta che collega tutte le altre parti. Viene spesso realizzato in materiali come alluminio, acciaio, carbonio o lega di titanio. La forcella è la parte anteriore del telaio che tiene la ruota anteriore. Può essere rigida o ammortizzata (per *mountain bike*) e consente al ciclista di controllare la direzione;

¹⁰¹ Il *rocchetto fisso*, o *pignone fisso* è un meccanismo usato ancor oggi in particolare sulle biciclette da pista che fa sì che il movimento dei pedali sia in ogni momento solidale con quello della ruota. Manca cioè la ruota libera, che dà la possibilità di pedalare all'indietro a vuoto, senza influenzare la trasmissione.

¹⁰² Fonte: <<https://www.lombardiabeniculturali.it/scienza-tecnologia/schede/ST120-00325/>>.

¹⁰³ Cfr. LECYCLO in Siti web.

- *Le ruote*, composte da: cerchioni, mozzo, raggi e nastro paranippli¹⁰⁴; i copertoni e le camere d'aria (nel caso di copertoni *tubetype*¹⁰⁵), i perni delle ruote;
- *Il gruppo della bici* suddiviso in: *trasmissione* (deragliatore anteriore e/o posteriore¹⁰⁶, pedivelle, pignoni e catena) e *sistema frenante* (leve del cambio dei freni e i freni);
- *Le periferiche*: manubrio, canotto della sella e sella e pedali;
- *Accessori*: luci, retrovisori, parafango, carter o paracatena, cavalletto, borse per la bici, portapacchi, portaborraccia, contachilometri, GPS ecc.



Figura 14. Componenti principali di una bicicletta moderna¹⁰⁷.

¹⁰⁴ Il “paranippli” è un nastro protettivo che si applica all’interno del cerchio di una ruota, solitamente una bicicletta, per proteggere la camera d’aria dai bordi taglienti dei fori per i raggi (i “nippli”). La sua funzione principale è prevenire le forature causate dal contatto con questi elementi metallici e altri residui del cerchio, assicurando così una maggiore durata e sicurezza dello pneumatico.

¹⁰⁵ Un copertone *Tubetype* deve essere utilizzato con una camera d’aria in quanto non è né stagno né concepito per aderire al cerchio senza camera d’aria.

¹⁰⁶ Il *deragliatore* è un meccanismo che permette alle biciclette di usare diversi rapporti di trasmissione e facilitare la pedalata e quindi adattarla alle diverse situazioni del percorso. Può agire sia sui pignoni posteriori sia sulle corone anteriori, viene pertanto effettuata una suddivisione in: *Deragliatore anteriore* o *deragliatore*, a cui generalmente ci si riferisce con il termine di deragliatore e agisce sulle corone della guarnitura, tale modello può essere ad azionamento dal basso o dall’alto (alcuni deragliatori sono compatibili con entrambi i sistemi) e *Deragliatore posteriore*, o *cambio posteriore*, solitamente del tipo a parallelogramma con un *tensionatore* a gabbietta di lunghezza variabile (corta, media o lunga) dotata di due pulegge

¹⁰⁷ Fonte: Sparv, CC BY-SA 3.0, da Wikimedia Commons.

3.2 LA BICICLETTA “SPAZIALE” DEL PROF. PIETRO ENRICO DI PRAMPERO¹⁰⁸

La *bicicletta spaziale*¹⁰⁹ è un dispositivo nato per la ricerca scientifica dell’Agenzia Spaziale Europea, progettato per misurare lavoro muscolare, forza e potenza, prima e dopo i voli nello spazio, oggi utilizzato anche nella riabilitazione clinica. Un prototipo che unisce scienza, medicina e innovazione, partendo da un’idea sviluppata per gli astronauti e diventata uno strumento utile anche per la salute quotidiana.

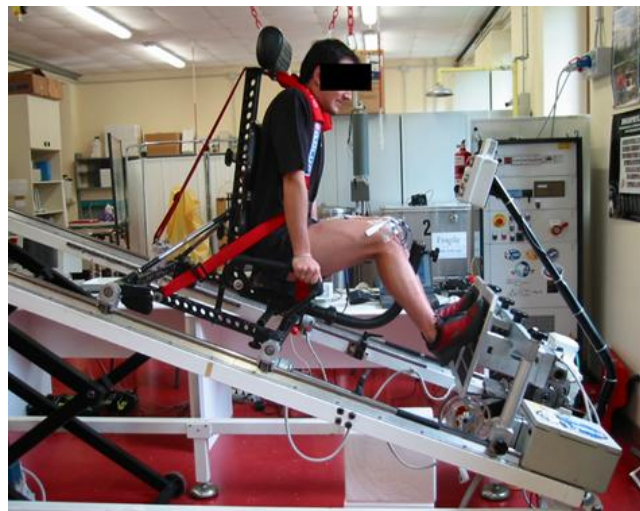
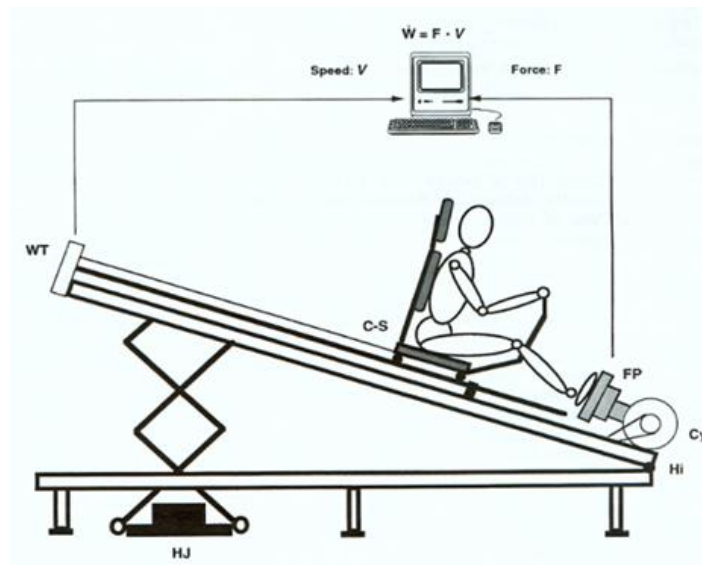


Figura 15. La “bicicletta spaziale” ovvero l’*ergo-dinamometro*, ideato dal Prof. Di Prampero¹¹⁰.

¹⁰⁸ L’artefice di questo progetto è il Prof. Pietro Enrico Di Prampero, già ordinario di Fisiologia presso l’Università degli Studi di Udine, nella quale è anche stato Preside della Facoltà di Medicina, fondatore del Corso di Laurea in Scienze Motorie dell’Ateneo friulano con sede a Gemona del Friuli e, successivamente, nominato professore emerito.

¹⁰⁹ Cfr. GROSSI 1998, p. 61.

¹¹⁰ Fonte: GROSSI 1998, p. 61.

4. ERGONOMIA DELLE INTERAZIONI TRA BICICLETTA E CICLISTA, PER UNA VALUTAZIONE DELLE INTERFACCE ANTROPOCENTRICHE

Nel contesto del *cicloturismo*, la bicicletta non “funziona” semplicemente come un veicolo, ma come un’estensione del corpo umano, mediando le interazioni fisiche, cognitive e sensoriali che plasmano l’esperienza ciclistica.

Il *design ergonomico* gioca un ruolo fondamentale nel garantire che queste interazioni rimangano efficienti, confortevoli e sicure per periodi di utilizzo prolungati e in diverse condizioni ambientali¹¹¹. Lo studio di queste interazioni, che può essere definito quale “valutazione dell’interfaccia antropocentrica”, si concentra sul modo in cui il corpo e la mente umani interagiscono con gli elementi meccanici, digitali e ambientali del sistema ciclistico.

Un’interfaccia antropocentrica si riferisce all’insieme di punti di contatto fisici e percettivi tra uomo e macchina, ottimizzati per le capacità e i limiti umani¹¹². Nel ciclismo, queste interfacce includono i punti di contatto (*sella, pedali, manubrio*), i sistemi di controllo (*freni, comandi del cambio*) e le interfacce informative (*navigazione e display delle prestazioni*).



Figura 16. Bicicletta da cicloturismo¹¹³.

¹¹¹ Cfr. CHIU, WANG 2018.

¹¹² Cfr. SANDERS, MCCORMICK 1993.

¹¹³ Fonte: <<https://www.bikeitalia.it/le-tipologie-di-bici/>>.

Ciascuno di questi componenti richiede una calibrazione ergonomica in base alle caratteristiche antropometriche del ciclista per ridurre al minimo lo stress fisiologico e massimizzare l'efficienza biomeccanica¹¹⁴.

Il *ciclismo turistico*, in particolare, privilegia il comfort prolungato rispetto alle prestazioni, poiché i ciclisti spesso pedalano per diverse ore al giorno per più giorni. Pertanto, piccole discrepanze ergonomiche – inclinazione della sella, altezza del manubrio, lunghezza della pedivella – possono causare un disagio sproporzionato o lesioni da sovraccarico¹¹⁵. Una progettazione ergonomica ottimale inizia dalle caratteristiche antropometriche.



Figura 17. Bicicletta elettrica (e-bike)¹¹⁶.

Compatibilità: l'adeguamento delle caratteristiche dimensionali della bicicletta a quelle fisiche e antropometriche del ciclista. La ricerca dimostra che una taglia di telaio inadeguata o una calzata inadeguata aumentano significativamente lo sforzo muscoloscheletrico, soprattutto a livello della colonna lombare, delle ginocchia e dei polsi¹¹⁷.

¹¹⁴ Cfr. DE VEY MESTDAGH 1998.

¹¹⁵ Cfr. BINI, HUME 2016.

¹¹⁶ Fonte: <<https://www.bikeitalia.it/le-tipologie-di-bici/>>.

¹¹⁷ Cfr. BINI, HUME, CROFT 2011.

Le regolazioni dell'altezza della sella e della posizione antero-posteriore influenzano l'efficienza della pedalata e il carico sull'articolazione del ginocchio, mentre il "reach" e il "drop" del manubrio¹¹⁸ influenzano l'inclinazione del tronco e la postura della colonna vertebrale¹¹⁹.

Scegliere il manubrio della bicicletta da corsa in modo adeguato è molto importante, poiché può influenzare non poco il comfort e la guidabilità del mezzo. In primis la scelta della larghezza del manubrio, che deve essere commisurata alla larghezza delle spalle, per evitare dolori e indolenzimenti, soprattutto a cervicale, spalle e polsi.

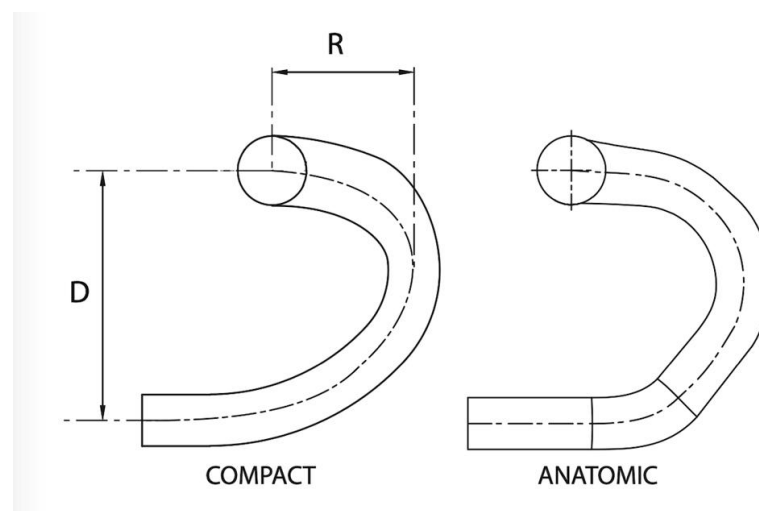


Figura 18. D: Drop e R: Reach di un manubrio¹²⁰.

Per ciò che attiene al "Drop", esso rappresenta l'altezza verticale della piega, che viene misurata dall'asse della barra orizzontale del manubrio, al centro della parte bassa della curva. I "moderni" manubri compact, in genere, hanno valori di drop compresi tra i 125 e i 130 mm, cioè molto inferiori rispetto ai manubri "tradizionali" che partivano dai 150 mm in su.

Un drop ridotto facilita il posizionamento delle mani nella parte bassa della piega, anche a coloro che non hanno un'elasticità della schiena così buona. Questo permette di ottenere una posizione equilibrata, ottimizzando le tre impugnature del manubrio,

¹¹⁸ Le caratteristiche che definiscono un manubrio da strada sono essenzialmente: la *larghezza* (misurata sempre al centro del tubo nel punto dove si appoggiano le mani), il *drop* ossia l'altezza verticale della curva e il *reach* cioè la profondità orizzontale della curva.

¹¹⁹ Cfr. FONDA, SARABON 2010.

¹²⁰ Fonte: <<https://www.bicidastrada.it/scegliere-il-manubrio-della-bici-da-corsa/>>.

cioè quella sulla barra centrale, quella sulle leve dei freni e quella sulla parte bassa della piega. Il “Reach” rappresenta, invece, la profondità della piega, cioè la distanza tra l’asse della barra centrale e il centro della parte più avanzata della curva¹²¹.

Nel cicloturismo su lunghe distanze, la distribuzione della pressione nei punti di contatto diventa critica. Studi di mappatura della pressione rivelano che un design inadeguato della sella può compromettere il flusso sanguigno e indurre disagio perineale¹²². Analogamente, impugnature del manubrio o interfacce dei guanti inadeguate possono aumentare la compressione del nervo ulnare, causando intorpidimento della mano o “paralisi del ciclista”¹²³.

Oltre all’interazione fisica, l’*ergonomia cognitiva* affronta il carico di lavoro mentale e le esigenze percettive del ciclista. I cicloturisti devono spesso dividere l’attenzione tra navigazione, traffico e paesaggio, affidandosi sempre più a *interfacce digitali antropocentriche* come unità GPS o supporti per *smartphone*.

Display mal progettati possono distrarre i ciclisti o ostruire la linea visiva, aumentando il rischio di incidenti¹²⁴. Al contrario, interfacce ben integrate – che rispettino la visione naturale e i modelli di movimento – migliorano la consapevolezza della situazione e l’efficienza del percorso.

Il ciclismo turistico si svolge su terreni, climi e contesti culturali diversi, richiedendo *adattabilità ergonomica*. Selle regolabili, sistemi di sospensione e supporti modulari per i bagagli consentono ai ciclisti di mantenere il comfort nonostante le variazioni ambientali¹²⁵. Fattori legati al clima, come la dissipazione del calore, i sistemi di idratazione e l’ergonomia dell’abbigliamento, influenzano ulteriormente l’interazione uomo-bicicletta¹²⁶.

In sintesi, così come avviene in ogni progettazione ergonomica, la valutazione dell’ergonomia delle interfacce *bicicletta-ciclista* richiede un approccio multidisciplinare

¹²¹ Cfr. BICI DA STRADA.IT in Siti web.

¹²² Cfr. LUKES, CHIN, HAAKE 2005.

¹²³ Cfr. AKUTHOTA *et al.* 2005.

¹²⁴ Cfr. LANGFORD, CHEN, CHERRY 2017.

¹²⁵ Cfr. BORG, LENTON, MINETT 2020.

¹²⁶ Cfr. MUJKA, PADILLA 2001.

che combini biomeccanica, fisiologia, ingegneria dei fattori umani e progettazione dell'esperienza utente. I metodi includono l'analisi del “*motion capture*”¹²⁷, l'elettromiografia¹²⁸, la misurazione della distribuzione della pressione e le indagini sul comfort soggettivo¹²⁹. Nel contesto del cicloturismo, gli studi sul campo a lungo termine sono particolarmente preziosi per catturare gli effetti ergonomici cumulativi in condizioni reali.

In conclusione, l'*ergonomia nel ciclismo* è un pilastro sia delle prestazioni che del piacere, ma nel cicloturismo assume una dimensione antropocentrica ancora più ampia, che unisce gli aspetti funzionali ed esperienziali della simbiosi uomo-macchina. Con la crescita del cicloturismo a livello globale, la progettazione e la valutazione delle *interfacce ergonomiche* continueranno a essere fondamentali per promuovere una mobilità sostenibile, inclusiva e orientata alla salute.

5. LA CICLOVIA

Una *ciclovia*¹³⁰ è un percorso ciclabile, ossia un tracciato che collega varie strade e itinerari per le biciclette, spesso su larga scala e pensato per lunghi tragitti. A differenza di una *pista ciclabile*¹³¹, che è una sezione specifica di strada riservata alle biciclette, una ciclovia rappresenta l'intero itinerario, che può includere sia piste ciclabili sia altri percorsi. La realizzazione e l'utilizzo delle piste ciclabili in Italia è regolamentata da diverse normative, tra le quali il Codice della Strada e il Decreto Ministeriale 30 novembre 1999, n. 557.

Queste norme stabiliscono i criteri progettuali e i requisiti tecnici per garantire la sicurezza e l'efficienza delle infrastrutture ciclabili. Le piste ciclabili devono essere progettate tenendo conto delle esigenze di *sicurezza, accessibilità e sostenibilità*.

¹²⁷ Il “*motion capture*” (*cattura del movimento*), è il processo di registrazione del movimento del corpo umano o di oggetti, utilizzato in campo medico, militare e nell'intrattenimento. Le informazioni raccolte attraverso il processo possono essere utilizzate per l'analisi immediata o differita.

¹²⁸ L'*elettromiografia* (EMG), l'*elettroencefalografia* (ENG) e l'*elettromiografia di singola fibra* (SFEMG) sono metodiche neurofisiologiche che vengono utilizzate per studiare il sistema nervoso periferico (SNP) dal punto di vista funzionale. Rappresentano metodi affidabili in grado di fornire informazioni sulla funzionalità dei nervi periferici e dei muscoli scheletrici.

¹²⁹ Cfr. BINI, HUME, CROFT 2011.

¹³⁰ Cfr. NACTO 2025.

¹³¹ Denominata anche *ciclopista*, è una “pista stradale riservata al transito delle biciclette, ricavata generalmente a fianco delle vie di grande traffico tra i marciapiedi e le carreggiate” (cfr. *Vocabolario della Lingua Italiana Treccani*. Tomo I, p. 736).



Figura 19. Un tratto della Ciclovía Alpe Adria di 415 km, ricavata nel vecchio percorso della ferrovia¹³².

Nello specifico, per quanto riguarda le direttive tecniche nella realizzazione di piste ciclabili, bisogna riferirsi al sopracitato Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici, il cui testo così recita¹³³:

Tenuto conto degli ingombri dei ciclisti e dei velocipedi, nonché dello spazio per l'equilibrio e di un opportuno franco laterale libero da ostacoli, la larghezza minima della corsia ciclabile, comprese le strisce di margine, è pari ad 1,50 m; tale larghezza è riducibile ad 1,25 m nel caso in cui si tratti di due corsie contigue, dello stesso od opposto senso di marcia, per una larghezza complessiva minima pari a 2,50 m. Per le piste ciclabili in sede propria e per quelle su corsie riservate, la larghezza della corsia ciclabile può essere eccezionalmente ridotta fino ad 1,00 m, sempreché questo valore venga protratto per una limitata lunghezza dell'itinerario ciclabile e tale circostanza sia opportunamente segnalata. Le larghezze di cui ai commi precedenti rappresentano i minimi inderogabili per le piste sulle quali è prevista la circolazione solo di velocipedi a due ruote. Per le piste sulle quali è ammessa la circolazione di velocipedi a tre o più ruote, le suddette dimensioni devono essere opportunamente adeguate tenendo conto dei limiti dimensionali dei velocipedi fissati dall'articolo 50 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285. La larghezza dello spartitraffico fisicamente invalicabile che separa la pista ciclabile in sede propria dalla carreggiata destinata ai veicoli a motore, non deve essere inferiore a 0,50 m.

I ciclisti devono sempre utilizzare le piste ciclabili quand'esse sono disponibili. Quest'obbligo, previsto dal Codice della Strada, serve a garantire la sicurezza sia dei

¹³² Fonte: <<https://www.alpeadriabike.eu/it/ciclovie/ciclovía-alpe-adria/friuli/da-tarvisio-a-venzone.html>>.

¹³³ Cfr. Art. 7 del Decreto 30 novembre 1999, n. 557 del Ministero dei Lavori Pubblici "Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana del 26.9.2000.

ciclisti sia degli altri utenti della strada. Il mancato utilizzo delle piste ciclabili riservate quando esistenti comporta sanzioni amministrative¹³⁴. Se la pista ciclabile è contigua al marciapiede, i ciclisti devono prestare particolare attenzione ai pedoni, soprattutto nei tratti promiscui, dove la precedenza è sempre dei pedoni.

5.1 TIPOLOGIE DI PISTE CICLABILI

Le *piste ciclabili* possono essere classificate in diverse tipologie¹³⁵ in base alla loro collocazione rispetto alla carreggiata veicolare stradale.

5.1.1 PISTE CICLABILI A SENSO UNICO

Le *piste ciclabili a senso unico*¹³⁶ sono corsie dedicate esclusivamente al transito delle biciclette in una sola direzione. Queste piste sono generalmente posizionate sul lato destro della strada, separate dal traffico veicolare da linee di delimitazione o barriere fisiche.



Figura 20. Pista ciclabile a senso unico¹³⁷.

¹³⁴ L'art. 182 del *Codice della Strada* disciplina la circolazione dei velocipedi, stabilendo che i ciclisti devono circolare su piste ciclabili quando disponibili, procedere su unica fila (salvo eccezioni e aree urbane) e mantenere almeno una mano sul manubrio, libero da ostacoli e con piena visibilità. È obbligatorio l'uso di dispositivi di segnalazione luminosa e riflettente in condizioni di scarsa visibilità e l'uso della bici a mano quando si è di intralcio ai pedoni.

¹³⁵ Cfr. REMOVE ENABLING SOCIETY in Siti web.

¹³⁶ Le quali devono avere una larghezza minima di 1,50 metri, che può essere ridotta a 1,25 metri in circostanze specifiche, per garantire lo spazio necessario alla sicurezza dei ciclisti.

¹³⁷ Fonte: <<https://www.re-moove.it/it/blog-disabilita/dimensione-piste-ciclabili-italia>>.

Le piste a senso unico sono comunemente utilizzate nelle aree urbane dove lo spazio è limitato e offrono un alto livello di sicurezza per i ciclisti poiché evitano il rischio di collisioni frontali con veicoli a motore.

5.1.2 PISTE CICLABILI A DOPPIO SENSO

Le *piste ciclabili a doppio senso* consentono il transito delle biciclette in entrambe le direzioni. Queste piste sono spesso separate fisicamente dal traffico veicolare attraverso cordoli, barriere o spartitraffico, aumentando la sicurezza per i ciclisti. Le piste ciclabili a doppio senso sono particolarmente utili in aree residenziali o su strade dove il traffico automobilistico è ridotto.



Figura 21. Pista ciclabile a doppio senso¹³⁸.

Queste piste devono avere una larghezza minima di 2,50 metri per consentire il passaggio sicuro di biciclette in entrambe le direzioni. Inoltre, la presenza di segnaletica orizzontale e verticale è fondamentale per indicare chiaramente il doppio senso di marcia e garantire il rispetto delle regole del traffico.

¹³⁸ Fonte: <<https://www.re-moove.it/it/blog-disabilita/dimensione-piste-ciclabili-italia>>.

5.1.3 PISTE CICLOPEDONALI

Le *piste ciclopedonali* sono percorsi condivisi tra ciclisti e pedoni, realizzati su marciapiedi ampliati o lungo percorsi pedonali. Questi percorsi sono indicati da una segnaletica specifica e richiedono ai ciclisti di mantenere una velocità ridotta e di dare la precedenza ai pedoni.



Figura 22. Piste ciclopedonali¹³⁹.

Le piste ciclopedonali sono utili in aree con traffico pedonale e ciclistico moderato, ma possono creare conflitti in caso di affollamento. Per garantire la sicurezza, è essenziale che queste piste siano larghe almeno 2,50 metri, con una separazione visiva tra l'area pedonale e quella ciclabile.

5.1.4 CARREGGIATE CON PISTA CICLABILE

Le *carreggiate con pista ciclabile* integrano corsie ciclabili direttamente nella carreggiata stradale, destinate esclusivamente al transito delle biciclette. Queste corsie sono segnalate da linee di delimitazione e segnaletica verticale, e sono generalmente posizionate sul lato destro della strada. Le carreggiate con pista ciclabile offrono una soluzione

¹³⁹ Fonte: (tratto da: <https://www.re-moove.it/it/blog-disabilita/dimensione-piste-ciclabili-italia>).

flessibile per promuovere la mobilità ciclistica in contesti urbani densamente popolati, dove lo spazio per infrastrutture ciclabili dedicate è limitato. La larghezza minima per queste corsie è di 1,50 metri, riducibile a 1,25 metri in determinate condizioni, per garantire che i ciclisti possano transitare in sicurezza senza interferire con il traffico veicolare.



Figura 23. Carreggiate con pista ciclabile in città¹⁴⁰.

6. COME L'ERGONOMIA SIA IN GRADO DI PLASMARE IL FUTURO DELLE PISTE CICLABILI

Per poter parlare di *approccio ergonomico*¹⁴¹ è necessario, come già specificato, che siano state inizialmente soddisfatte tutte le *esigenze di sicurezza e qualità* già in *fase di pre-progettazione*. Nello specifico, il progetto urbanistico, architettonico, tecnologico e gestionale delle ciclovie comporta spesso notevoli problemi da risolvere.

Da un punto di vista metodologico, nell'effettuare la progettazione di piste ciclabili e ciclovie, sarebbe importante proporre le prassi e i criteri distintivi dell'Ergonomia. I principi ergonomici impongono, infatti, un *approccio sistemico* per una valutazione aprioristica dei ciclisti, delle biciclette, dell'uso che se ne fa, dell'ambiente circostante e del progetto da effettuare¹⁴².

¹⁴⁰ Fonte: <<https://mianews.it/2021/06/19/mobilita-ciclabile-e-carreggiata-piu-larghe-e-via-la-sosta-delle-auto-ad-agosto-i-lavori-sulla-ciclabile-di-corso-buenos-aires/>>.

¹⁴¹ Cfr. GROSSI 2023a.

¹⁴² Cfr. GROSSI 2022.

Una pista ciclabile ben progettata non è solo una questione inerente alla predisposizione di un nastro d'asfalto per il transito delle biciclette. È un sistema complesso che interagisce con la fisiologia umana, la psicologia e l'ambiente urbano ed extraurbano. È l'applicazione della scienza dei fattori umani per creare infrastrutture che riducano al minimo lo sforzo fisico, il carico cognitivo e i rischi per la sicurezza, massimizzando al contempo il comfort, l'efficienza e l'accessibilità per gli utenti di tutte le età e abilità.

Una *pista ciclabile ergonomica* è intuitiva, sicura, qualitativamente accettabile e piacevole da usare. Per decenni, lo standard per le infrastrutture ciclabili è stato spesso una striscia di vernice sul ciglio della strada, una soluzione che richiedeva ai ciclisti di arrangiarsi in uno spazio progettato per le auto. Oggi è in atto una rivoluzione, guidata da un'idea semplice ma profonda, infatti, le piste ciclabili dovrebbero essere progettate per le persone che le utilizzano¹⁴³.

Questo cambiamento è alimentato dalla scienza dell'Ergonomia, che divulga la pratica di progettare prodotti, sistemi e ambienti adatti alle persone che li utilizzano. Andando oltre la mera funzionalità, la *progettazione ergonomica* delle piste ciclabili mira a ridurre al minimo lo sforzo fisico, il carico cognitivo e i rischi per la sicurezza, massimizzando al contempo comfort, efficienza e accessibilità. Si tratta di creare infrastrutture intuitive, sicure e piacevoli per tutti, da un bambino di sei anni alla sua prima bicicletta a un anziano su una bici elettrica o a un genitore che traina un rimorchio per il trasporto dei figli.

6.1 ALCUNI PRINCIPI ERGONOMICI PER LA REALIZZAZIONE DELLE PISTE CICLABILI

6.1.1 L'ERGONOMIA FISICA: L'INTERFACCIA CORPO-BICICLETTA-PISTA CICLABILE

Questa tematica si concentra sull'interazione fisica del ciclista con la superficie e con le caratteristiche della pista. Sono aspetti da considerare:

- *Qualità della superficie*: una superficie liscia e ben tenuta è fondamentale. Le vibrazioni provenienti da superfici ruvide aumentano i costi metabolici, causano

¹⁴³ Cfr. BRUNI 2015.

- disagio (*sindrome da vibrazione mano-braccio*) e riducono il controllo;
- *Larghezza e geometria*: la larghezza del percorso deve essere compatibile con la larghezza del manubrio, l'oscillazione del ciclista e un sorpasso sicuro;
 - *Larghezza minima*: per i criteri ergonomici un percorso a senso unico dovrebbe essere largo almeno 2,0 metri, ma meglio 3,0 metri, che sono auspicabili per un sorpasso confortevole.

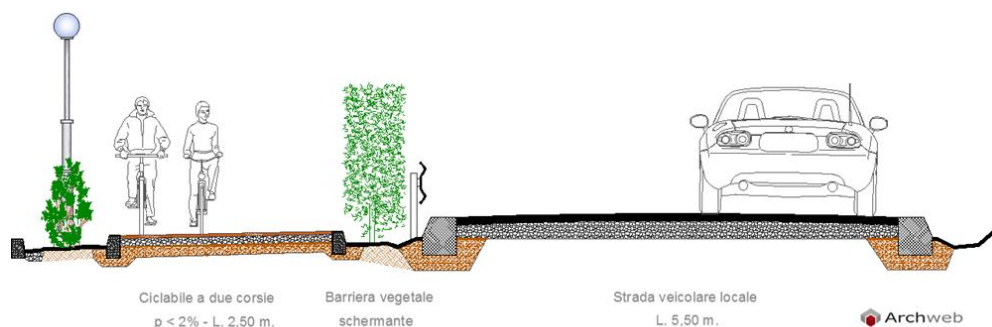


Figura 24. Sezione stradale per una ciclabile sicura e confortevole¹⁴⁴.

- *Percorsi a doppio senso*: dovrebbero essere larghi almeno 3,0 metri, auspicandone di 4,0 metri per evitare la “guida sul bordo” e conflitti di condivisione del percorso;
- *Pendenza*: le pendenze ripide rappresentano una barriera fisica importante. L'ergonomia suggerisce una pendenza massima del 5% per i percorsi principali, per consentire l'accesso a ciclisti meno performanti, biciclette da carico e biciclette adattate. Nei casi in cui le pendenze più ripide siano inevitabili, i tratti dovrebbero essere brevi, prevedendo altresì delle corsie riservate alla salita.

6.1.2 ERGONOMIA COGNITIVA¹⁴⁵: RIDUZIONE DEL CARICO MENTALE

Un ciclista deve elaborare un flusso costante di informazioni. Una buona progettazione semplifica questo compito. Questi i presupposti:

- *Prevedibilità e coerenza*: il percorso dovrebbe seguire un andamento prevedibile.

¹⁴⁴ Fonte: <<https://www.archweb.com/progettazione-piste-ciclabili/>>.

¹⁴⁵ Cfr. SCHEPERS *et al.* 2014.

Curve improvvisate, ostacoli impreveduti o regole di precedenza incoerenti, aumentano il carico cognitivo e i tempi di reazione psico-fisici;

- *Orientamento chiaro*: la segnaletica dovrebbe essere ben visibile, posizionata nei punti più importanti e utilizzando simboli universalmente noti. Una buona segnaletica ben posizionata riduce l'incertezza nel percorso.



Figura 25. Segnaletica orizzontale e verticale per una ciclabile¹⁴⁶.

- *Riduzione al minimo dei punti di conflitto*: il carico cognitivo più elevato si verifica agli incroci. Pianificazioni progettuali che separano i ciclisti nel tempo (fasi semaforiche dedicate) o nello spazio (incroci protetti, rotonde in stile olandese) riducono significativamente lo stress mentale e il rischio di incidenti.

6.1.3 ERGONOMIA DELLA SICUREZZA¹⁴⁷: PROGETTAZIONE PER LA TOLLERANZA AGLI ERRORI

Tutto il sistema dovrebbe essere studiato al fine di tollerare piccoli errori sia dei ciclisti sia degli automobilisti e ciò mediante il rispetto di questi principi:

- *Separazione e protezione*: l'intervento di sicurezza più significativo è la separazione fisica delle ciclovie dal traffico motorizzato ad alta velocità e ad alto volume. Questo può essere ottenuto con:

¹⁴⁶ Fonte: <<https://www.anthea Rimini.it/a-misano-nuova-segnaletica-per-ciclabili/>>.

¹⁴⁷ Cfr. REYNOLDS *et al.* 2009.

- *Dissuasori*, che impediscono l'intrusione dei veicoli;
- *Margini*, che creano una barriera verticale;
- *Piste di parcheggio o fioriere*, al fine di utilizzare parcheggi "fluttuanti" o zone di rispetto come fascia protettiva;
- *Il "bordo stradale tollerante"*, cioè l'area immediatamente adiacente al percorso dovrebbe essere libera da ostacoli duri e pericolosi, come i pali di cemento o dei cartelli stradali. L'utilizzo di cordoli infrangibili tra le ciclabili e le strade o il posizionamento dei pericoli all'indietro di barriere di sicurezza è fondamentale.
- *Progettazione ad alta visibilità*: l'utilizzo di colori contrastanti nelle zone di conflitto come vialetti e incroci, allerta tutti gli utenti della strada e rafforza il diritto di precedenza dei ciclisti¹⁴⁸.



Figura 26. Bici per il trasporto di bambini¹⁴⁹.

Infine, dovrebbero essere rispettate le seguenti considerazioni progettuali essenziali:

- *L'effetto "curb cut"*, ovvero il superamento delle barriere architettoniche¹⁵⁰, in quanto una pista ciclabile ben progettata deve essere accessibile dall'inizio alla fine e in tutti i punti di collegamento. Un percorso che termina bruscamente in

¹⁴⁸ Cfr. GHASEMI 2022.

¹⁴⁹ Fonte: <<https://www.bikeitalia.it/come-trasportare-i-bambini-in-bicicletta-seggolino-carrello-appendice/>>.

¹⁵⁰ L'effetto "curb-cut" è un fenomeno in cui un progetto o una politica creata per un gruppo specifico, come le persone con disabilità, finisce per apportare benefici a una popolazione molto più ampia. Prende il nome dai "curb-cut" fisici (piccole rampe) inizialmente progettati per gli utenti in sedia a rotelle, ma ora utilizzati da chiunque abbia un passeggino, bagagli pesanti o una bicicletta. Questo principio illustra come una progettazione inclusiva e accessibile possa migliorare la fruibilità e la praticità per tutti.

un incrocio pericoloso è ergonomicamente inadeguato. Questo principio enfatizza una rete ciclabile interamente connessa;

- *Inclusività*: il design ergonomico si rivolge alla più ampia base di utenti possibile. Tra questi rientrano bambini, anziani, genitori con biciclette da carico, utenti diversamente abili e utenti di biciclette adattive (ad esempio, *handbike*). Larghezza, raggio di sterzata e pendenza sono fondamentali in questo caso.
- *Approccio olandese*¹⁵¹ alla “*Sicurezza Sostenibile*”: questo è il “*gold standard*”, basato su cinque principi:
 - *Funzionalità*: le strade dovrebbero avere un’unica funzione primaria (ad esempio, flusso, accesso);
 - *Omogeneità*: uniformare velocità, direzione e massa di utenti su una determinata carreggiata;
 - *Prevedibilità*: la progettazione stradale dovrebbe essere autoesplicativa;
 - *Tolleranza*: l’ambiente dovrebbe tollerare l’errore umano;
 - *Consapevolezza del percorso*: la progettazione stradale dovrebbe mantenere gli utenti attenti e coinvolti.

In conclusione, è necessario rivolgere un appello per un approccio incentrato sull’uomo al fine di creare *reti ciclabili* inclusive, sicure e piacevoli, che dovrebbero essere:

- *Green*, cioè ecologiche, sostenibili, resilienti, per un rinnovato incontro con la natura e l’ambiente e utilizzando le energie rinnovabili;
- *Smart*, mediante l’utilizzo delle tecnologie ICT più avanzate al servizio dei progettisti (e dei cicloturisti), come IoT¹⁵², WiFi¹⁵³, 5G¹⁵⁴, geolocalizzazione¹⁵⁵, ecc.,

¹⁵¹Cfr. CROW PLATFORM in Siti web.

¹⁵² IoT, *Internet of Things* (trad. it. “Internet delle cose”), è un neologismo utilizzato nel mondo delle telecomunicazioni e dell’informatica che fa riferimento all’estensione di Internet al mondo degli oggetti e dei luoghi concreti, che acquisiscono una propria *identità digitale* in modo da poter comunicare con altri oggetti nella rete e poter fornire servizi agli utenti.

¹⁵³ *Wi-Fi* è un insieme di tecnologie per reti locali senza fili, che consente a più dispositivi (per esempio personal computer, smartphone, smart TV, ecc.) di essere connessi tra loro tramite onde radio e scambiare dati.

¹⁵⁴ Con il termine 5G (acronimo di *5th Generation*) s’intende l’insieme di tecnologie di telefonia mobile e cellulare, i cui standard presentano una significativa evoluzione rispetto alla precedente tecnologia 4G.

¹⁵⁵ La *geolocalizzazione* è l’identificazione della posizione geografica nel mondo reale di un dato oggetto connesso o meno ad Internet, secondo diverse tecniche.

per ottimizzare l'intero processo di progettazione dei percorsi e minimizzare gli errori;

- *Mild and User Centered*, cioè con un approccio progettuale orientato ai ciclisti, volto a studiare e a realizzare apposite interfacce antropocentriche all'interno del sistema ciclista-bicicletta-ciclabili-ambiente circostante, utilizzando le metodologie proprie dell'Ergonomia applicata, per operare con linee guida orientate al raggiungimento di un risultato efficace, efficiente e soddisfacente.

Il tutto mediante l'attuazione di una pianificazione a lungo termine con una "visione" progettuale per almeno i futuri dieci anni.

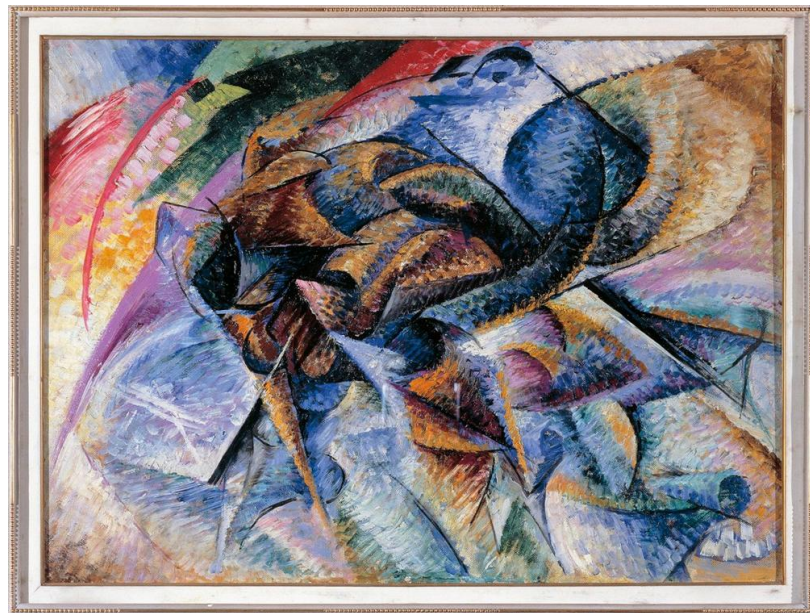


Figura 27. Così il futurista Umberto Boccioni rappresentò "Il dinamismo di un ciclista"¹⁵⁶.

7. IL GALATEO MOBILE PER UN CICLOTURISMO RESPONSABILE

La crescita esponenziale del turismo globale ha recato a un significativo degrado ambientale, a un'erosione culturale e a una disuguaglianza sociale nelle comunità di destinazione. In questo paragrafo viene evidenziato come l'adozione di un "galateo per il turismo responsabile"¹⁵⁷ sia fondamentale per mitigare questi impatti negativi.

¹⁵⁶ Fonte: <<https://www.meisterdrucke.it/stampe-d-arte/Umberto-Boccioni/1093852/Dinamismo-di-un-ciclista.html>>.

¹⁵⁷ Cfr. GROSSI 2012.

Sintetizzando ciò che afferma la letteratura esistente e i casi di studio, viene proposto un quadro articolato di *linee guida* comportamentali, incentrate sulla *tutela ambientale*, sulla *sensibilità socio-culturale* e sull'*equità economica*.

In effetti, il galateo per un *turismo responsabile* non è una restrizione, ma uno strumento essenziale per preservare il patrimonio culturale e naturale per le generazioni future di viaggiatori e ospiti. In particolare, il cicloturismo, con la sua bassa impronta di carbonio e la sua filosofia di viaggio lento, è sempre più promosso come un'alternativa sostenibile ai viaggi convenzionali¹⁵⁸.

Tuttavia, senza un codice di condotta dedicato, anche i ciclisti ben intenzionati possono inavvertitamente creare impatti negativi. Questo paragrafo esamina il *galateo specifico* richiesto per il *cicloturismo responsabile*, analizzandone le dimensioni ambientali, socio-culturali e infrastrutturali.

Si evidenzia il fatto che il privilegio del ciclista di accedere ad aree remote e di interagire strettamente con le comunità, comporta un'adeguata dose di responsabilità, per cui si propone un quadro completo di buone maniere, per garantire che il cicloturismo rimanga una forza di cambiamento positivo.

A tal fine bisognerebbe partire dall'*ideale romantico* del cicloturismo, connotato, ad esempio, dai concetti di "libertà", di "immersione nel paesaggio" e di "semplicità", confrontandolo con una sfida del mondo reale, che comprenda tutta una serie di benefici riconosciuti, come la salute, le basse emissioni e i benefici economici per le aree rurali. Però, sebbene intrinsecamente *ecologico*, il cicloturismo non è automaticamente *responsabile*. La sua natura unica crea specifiche sfide etiche nei termini di impatto ambientale, condivisione delle strade e interazione con la comunità locale.

Quindi, affinché il cicloturismo realizzi appieno il suo potenziale sostenibile, i partecipanti devono aderire a un *galateo specifico*¹⁵⁹ che dia priorità al minimo impatto ambientale, alla condivisione rispettosa delle infrastrutture e a un coinvolgimento profondo e attento

¹⁵⁸ Cfr. ACERRA *et al.* 2023.

¹⁵⁹ Cfr. GROSSI 2013.

con le comunità ospitanti¹⁶⁰. Occorre, allora, soffermarsi su tutta una serie di considerazioni eco-ambientali specifiche per un ciclista responsabile, che spesso attraversa aree incontaminate e protette.

7.1 VIAGGIARE SENZA LASCIARE TRACCE

Viaggiare senza lasciare tracce, quindi rimanere sulle ciclabili o sui sentieri, al fine di non intaccare gli ecosistemi spesso fragili, portando via tutti i rifiuti, compresi i piccoli imballaggi e gli scarti biodegradabili come, ad esempio, le bucce di frutta, le bustine contenitrici di cibi o di gel energetici.



Figura 28. In bici nel bosco con il rispetto per la natura¹⁶¹.

Bisogna scegliere campeggi già esistenti, ove accamparsi evitando di intaccare ecosistemi delicati. È necessario chiedere sempre il permesso quando si campeggia su terreni privati. Bisogna effettuare l'approvvigionamento dell'acqua da fonti naturali in modo responsabile, utilizzando un filtro esente da sostanze chimiche che potrebbero danneggiare l'ambiente e non contaminare le fonti con sapone o rifiuti alimentari.

¹⁶⁰ Cfr. GROSSI 2023b.

¹⁶¹ Fonte: <<https://www.pexels.com/photo/couple-riding-on-bikes-in-a-forest-19423652/>>.

7.2 BISOGNA RISPETTARE LA FAUNA SELVATICA

È necessario rispettare la fauna selvatica, mantenendo una distanza di sicurezza, non dare da mangiare agli animali ed evitare l'uso di luci e suoni che possano spaurirli. L'avvicinarsi anche silenzioso di una bicicletta può spaventare la fauna selvatica. In questo caso il galateo del cicloturismo prevede di rallentare, di tenersi alla larga dagli animali e di non inseguirli mai per scattare una foto.

7.3 PORRE ATTENZIONE AL CONSUMO DI RISORSE

Sebbene minimo, il consumo di risorse da parte dei ciclisti è comunque significativo. Occorre avere buon senso nell'utilizzo parsimonioso del rifornimento d'acqua e nel supportare bar e negozi che praticano la sostenibilità. Bisogna porre attenzione al risparmio d'acqua negli hotel, riutilizzando gli asciugamani, effettuando docce più brevi e spegnendo le luci e l'aria condizionata. Nelle trasferte preferire i trasporti pubblici ove possibile.

7.4 IL CICLISTA, QUALE AMBASCIATORE SOCIO-CULTURALE

Un ciclista è spesso molto visibile e interagisce direttamente con le comunità, cosa che i turisti in autobus o in auto non hanno modo di fare. Si dovrebbero sostenere gli sforzi per la conservazione dei luoghi visitati, scegliendo strutture ricettive e tour operator eco-certificati e pagare i biglietti d'ingresso ai parchi nazionali e alle aree protette, poiché questi fondi ne sostengono direttamente il mantenimento e la salvaguardia.

7.5 LA DIMENSIONE SOCIO-CULTURALE, CON LE BUONE MANIERE ATTUATE COME RISPETTO

Prima di fare il viaggio è necessario effettuare ricerche e preparazioni, anche riguardo ai contatti umani e alla sensibilità culturale del posto. Sarebbe bene imparare i saluti di base nella lingua locale, comprendere le norme culturali, i codici di abbigliamento (soprattutto per i luoghi religiosi) e i tabù.

Il comportamento del cicloturista dev'essere culturalmente sensibile, ad esempio,

chiedendo sempre il permesso prima di fotografare le persone, comprendendo che alcuni luoghi o cerimonie non sono adatti alla fotografia. Occorre avere rispetto per gli spazi sacri, vestirsi in modo sobrio, parlare a bassa voce e seguire regole specifiche nei templi, nelle chiese e nelle moschee.

Nelle interazioni sociali si deve essere pazienti, umili e di mentalità aperta, evitando comportamenti rumorosi e pretenziosi. È necessario comprendere che le differenze culturali non sono carenze. Bisognerebbe evitare il concetto di “storia unica”, riconoscendo e sfidando gli stereotipi e coinvolgendosi nella cultura locale, in modo da evitare la “bolla turistica”.



Figura 29. Lorenzo Barona, ambasciatore socio-culturale. Ha percorso oltre 100.000 chilometri attraverso 64 Paesi in bicicletta¹⁶².

7.6 LA CONSIDERAZIONE ECONOMICA PER UN BON TON DI SCAMBIO CORRETTO

Giungendo in una comunità, un ciclista impolverato e sudato può intimidire. Bisogna attuare le buone maniere per presentarsi rispettosamente quando si entra in un villaggio, in un negozio o in una pensione, salutandolo possibilmente nella lingua locale.

¹⁶² Fonte: <<https://www.granmonferrato.it/en/100000-km-by-bike-through-64-countries-an-interview-with-lorenzo-barone/>>.

Il cicloturista dovrebbe essere preparato alla curiosità degli abitanti del posto, comprendendo di essere una novità per loro e interagendo con pazienza e cordialità.

C'è, poi, il problema relativo al sovraffollamento turistico su due ruote, ovvero il problema del “gruppo”, che si riversa in una località. L'impatto dei grandi tour ciclistici organizzati può essere simile a quello dei crocieristi delle navi da crociera, che sbarcano e travolgono le piccole città. La soluzione di bon ton, è quella di viaggiare in gruppi più piccoli o di distanziarsi.

È importante la ricerca di un coinvolgimento autentico, utilizzando la bicicletta come strumento per uscire dai sentieri battuti e diffondere benefici economici alle comunità meno visitate.

Bisogna non ricadere nella tentazione di trasmettere il proprio viaggio in tempo reale. Le buone maniere impongono di essere discreti riguardo al campeggiare selvaggiamente o all'accedere a comunità fragili senza il dovuto rispetto. Bisognerebbe, infine, condividere storie che mettano in risalto le attività commerciali locali e gli abitanti del luogo.

7.7 GALATEO INFRASTRUTTURALE E DI SICUREZZA: CONDIVISIONE DELLO SPAZIO

Questa è una sezione fondamentale e unica per il cicloturismo, che tratta gli aspetti pratici della percorrenza. È il Galateo per la condivisione della strada in modalità prevedibile, assieme alla responsabilità di usare le luci all'occorrenza, indossare indumenti ad alta visibilità e segnalare chiaramente le proprie intenzioni agli altri utenti della strada.

Occorre guidare in fila indiana su strade strette, per consentire ai veicoli di sorpassare in sicurezza, fornendo riconoscenza agli automobilisti che mostrano cortesia. Bisogna ottemperare al diritto di precedenza, rispettando altresì il codice della strada locale. Nei sentieri multiuso bisogna dare la precedenza in modo appropriato a pedoni e cavalieri (lo standard è, in genere, che i ciclisti diano la precedenza a entrambi).

Bisogna segnalare sempre la propria presenza, utilizzando il campanello o una voce

amichevole, preservando sempre l'integrità dei sentieri, non sbandando o pedalando su sentieri fangosi, che potrebbero causarne l'erosione. E, per ultimo, non si deve sovraccaricare la propria bicicletta al punto da renderla instabile e pericolosa per sé e per gli altri.



Figura 30. Il manifesto del ciclismo sostenibile del Ministero italiano dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica¹⁶³.

8. UN CODICE DI COMPORTAMENTO DEL CICLOTURISTA

- Rispetta l'ambiente, applicando rigorosamente i principi del “non lasciare tracce”;

¹⁶³ Fonte <<https://culturaeconsapevolezza.mase.gov.it/news/il-manifesto-del-ciclismo-sostenibile>>.

- Dai la precedenza e condividi la strada, devi essere prevedibile, visibile e cortese con tutti gli utenti;
- Entra in contatto con le comunità; devi essere un ambasciatore amichevole, non un semplice passante;
- Impara le usanze locali, poiché un po' di conoscenza della lingua e della cultura del luogo può essere molto d'aiuto per il viaggio;
- Investi localmente, frequentando piccoli negozi, pensioni e mercati;
- Percorri ciclovie e sentieri sostenibili, pedalando responsabilmente e promuovendo la manutenzione delle infrastrutture;
- Viaggia leggero e lascia una traccia delicata, riducendo al minimo il tuo impatto fisico e sociale.

9. CONCLUSIONE

L'*Ergonomia del Ciclismo* rappresenta più di un'indagine tecnica sulla postura, sulla meccanica della pedalata o sulla progettazione dell'attrezzatura; incarna una filosofia olistica di mobilità incentrata sull'uomo. Collocando il ciclista all'interno di un più ampio sistema *uomo-macchina-ambiente*, questo campo riconosce che un ciclismo efficiente, sicuro e piacevole non deriva dall'ottimizzazione isolata dei componenti, ma dall'integrazione armoniosa di dimensioni biologiche, meccaniche e ambientali. L'essenza dell'Ergonomia del Ciclismo risiede in questa interdipendenza, nella consapevolezza che ogni pedalata, ogni regolazione della postura e ogni caratteristica infrastrutturale partecipano a un delicato equilibrio dinamico tra capacità umana e mediazione tecnologica.

Riflettendo sui suoi fondamenti teorici, l'Ergonomia del Ciclismo attinge a molteplici discipline – biomeccanica, fisiologia, ingegneria, psicologia e design – per articolare una visione sistemica del ciclismo come attività funzionale ed esperienza umana.

L'approccio ergonomico sfida la nozione tradizionale secondo cui i ciclisti debbano adattarsi a forme tecnologiche o infrastrutture urbane predeterminate. Al contrario,

l'Ergonomia sostiene un'inversione di priorità, in quanto le biciclette, le attrezzature e gli spazi ciclabili devono essere modellati attorno ai diversi profili anatomici, fisiologici e cognitivi dei ciclisti. Questo cambio di paradigma è in sintonia con le tendenze più ampie nella ricerca sull'*ergonomia* e sui *fattori umani*, che enfatizzano l'inclusività, l'adattabilità e la progettazione incentrata sull'utente come elementi essenziali per il progresso tecnologico e sociale.



Figura 31. Il Ciclista, di Natalija Goncharova, olio su tela, del 1913, esposto al Museo Russo di San Pietroburgo¹⁶⁴.

Da una prospettiva pratica, questo approccio ha profonde implicazioni per la salute pubblica, la pianificazione urbana e la sostenibilità ambientale. Se applicati correttamente, i *principi ergonomici* possono ridurre lo sforzo muscoloscheletrico, migliorare l'efficienza delle prestazioni e prevenire lesioni croniche.

A livello sociale, possono orientare la progettazione di piste ciclabili, incroci e spazi pubblici che promuovano un ciclismo più sicuro e accessibile per tutte le età e

¹⁶⁴ Fonte: tratto da: <<https://www.rivistabc.com/7-tele-dartista-dedicate-alla-bicicletta-e-dove-andarle-ad-ammirare/>>.

abilità. Pertanto, l'*Ergonomia del Ciclismo* non diviene solo una questione di interesse scientifico o ingegneristico, ma un catalizzatore socio-tecnico per modelli di mobilità più sani e sostenibili. Oltre alle sue applicazioni immediate, questa disciplina invita anche a una riconsiderazione riflessiva di cosa significhi muoversi nel mondo in armonia con la tecnologia e l'ambiente.

Richiede un riequilibrio delle priorità: si passa dalla velocità e dalle prestazioni al comfort, all'inclusività e al benessere a lungo termine. Il ciclista, in questa prospettiva, non è solo un operatore di un mezzo di locomozione, ma un partecipante attivo in un sistema ecologico e sociale.

Riconoscendo questo, l'Ergonomia del Ciclismo diventa un percorso verso la *riumanizzazione della mobilità*, ripristinando la sensibilità ai bisogni corporei, alle condizioni contestuali e alle dimensioni estetiche e psicologiche del movimento. Il suo approccio sistemico riconosce che un ciclismo efficiente e sostenibile non dipende esclusivamente dalle capacità fisiche del ciclista o dalla sofisticazione meccanica della bicicletta, ma dall'armonia tra sistemi umani e tecnologici nel loro contesto ambientale.

La bicicletta è uno strumento per la sostenibilità e il cicloturista ne è l'agente della responsabilità. Egli è, nello stesso tempo, anche un *custode dell'ambiente*, un *ambasciatore culturale* e un *utente della strada* coscienzioso.

In definitiva il cicloturismo è un modello e un nuovo paradigma per il futuro dei viaggi a misura d'uomo, in quanto è lento, a basso impatto e incentrato sull'essere umano. Il suo successo dipende dal buon comportamento collettivo dei suoi partecipanti. In fondo il bon ton per un cicloturismo responsabile dovrebbe avere i suoi fondamenti nei pilastri della consapevolezza ambientale, del rispetto culturale e dell'integrità economica; quindi, non è solo una scelta personale, ma una responsabilità collettiva essenziale per la sostenibilità del settore turistico globale.

*Ogni pedalata è una scelta. Scegliamo di pedalare non solo attraverso i luoghi, ma nel rispetto di essi, assicurandoci che strade e sentieri rimangano aperti e accoglienti per i ciclisti e per le comunità a favore delle generazioni a venire.*¹⁶⁵

¹⁶⁵ Nota dell'autore.

BIBLIOGRAFIA

- ACERRA E. M., SHOMAN M., IMINE H., BRASILE C., LANTIERI C., VIGNALI V.
2023, «The Visual Behaviour of the Cyclist: Comparison between Simulated and Real Scenarios», *Infrastructures*, 8(5), pp. 1-15.
- AKUTHOTA V., PLASTARAS C., LINDBERG K., TOBEY J., PRESS J., GARVAN C., CHIMES G. P.
2005, «The effect of long-distance bicycling on ulnar and median nerves: An electrophysiologic evaluation of cyclist palsy», *American Journal of Sports Medicine*, 33(8), pp. 1224-1230.
- AL MAHMUD A., WICKRAMARATHNE T., KUYS B.
2023, «Affordable and Sustainable Cooling Sportswear for Cycling Athletes: A Design Case Study», *Sustainability*, 15(4), 3033.
- BARKER J., COLE D.
2019, «Ergonomics of performance sportswear: Fit, comfort and mobility considerations», *Textile Research Journal*, 89(12), pp. 2478-2492.
- BINI R. R., HUME P. A.
2016, «Effective saddle height for cyclists: A systematic review», *Journal of Science and Cycling*, 5(3), pp. 1-9.
- BINI R. R., HUME, P. A., CROFT J. L.
2011, «Effects of bicycle saddle height on knee injury risk and cycling performance», *Sports Medicine*, 41(6), pp. 463-476.
- BORG D. N., LENTON J. P., MINETT G. M.
2020, «Environmental influences on cycling comfort and performance», *European Journal of Sport Science*, 20(10), pp. 1323-1332.
- BRUNI I.
2015, *Criteri di progetto dei percorsi ciclabili: il caso del tratto Calderara-Bologna di Eurovelo7*, Bologna, Università di Bologna, CdL in Ingegneria Civile, DICAM, Tesi di Laurea, a. a. 2014-2015, relatrice Prof. Ing. Valeria Vignali.
- CHAPMAN A. R., VICENZINO B., BLANCH P., HODGES P. W.
2007, «Leg muscle recruitment during cycling is less developed in triathletes than cyclists despite matched cycling training loads», *Exp Brain Res.*, 2007 Aug, 181(3), pp. 503-518.
- CHIU M.-C., WANG M.-J. J.
2018, «Professional bike fitting to optimize performance and comfort», *Applied Ergonomics*, 66, pp. 225-232.
- CROWE S. A.
2003, *Effects of A Bi-Directional Pedal Pattern on Fatigue in Cycling*, A Thesis Submitted to the School of Graduate Studies of the University of Lethbridge, In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Individualized Multidiscipline Department of Mathematics and Computer Science, Department of Kinesiology, University of Lethbridge (Alberta, Canada), scaricabile dal sito web: <<https://opus.uleth.ca/server/api/core/bitstreams/31dbc769-7d43-47ba-8677-35171309dfff/content>>.

- DA SILVA J. C. L., TARASSOVA O., EKBLÖM M. M., ANDERSSON E., RÖNQVIST G., ARNDT A.
2016, «Quadriceps and hamstring muscle activity during cycling as measured with intramuscular electromyography», *European Journal of Applied Physiology*, 116, pp. 1807-1817.
- DE VEY MESTDAGH K.
1998, «Personal perspective: In search of an optimum cycling posture», *Applied Ergonomics*, 29(5), pp. 325-334.
- DILL J., MCNEIL N.
2013, «Four types of cyclists? Examination of typology for better understanding of bicycling behavior and potential: Examination of Typology for Better Understanding of Bicycling Behavior and Potential», *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2387(1), pp. 129-138.
- FERGUSON J., HADID A., EPSTEIN Y., JENSEN D.
2022, «Effect of clothing fabric on 20-km cycling performance in endurance athletes», *Frontiers in Sports and Active Living*, 3 (2021).
- FISHMAN E., CHERRY C.
2020, «E-bikes in the mainstream: Review of research», *Transport Reviews*, 40(1), pp. 72-91.
- FONDA B., SARABON N.
2010, «Biomechanics and energetics of cycling: A review», *European Journal of Sport Science*, 10(3), pp. 165-174.
- FRABONI F., PRATI G., CASU G., DE ANGELIS M., PIETRANTONI L.
2021, «A cluster analysis of cyclists in Europe: common patterns, behaviours, and attitudes», *Transportation*, 49 (2022), pp. 591-620.
- FRONTERA W. R., OCHALA J.
2014, «Skeletal muscle: a brief review of structure and function», *Calcif Tissue Int.*, 2015 Mar, 96(3), pp. 183-195.
- GHASEMI N., ACERRA E. M., LANTIERI C., SIMONE A., RUPI F., VIGNALI V.
2022, «Urban Mid-Block Bicycle Crossings: The Effects of Red Colored Pavement and Portal Overhead Bicycle Crossing Sign», *Coatings*, 12(2), 150.
- GROSSI F. C.
1998, *I.T.I. Malignani, da Scuola Speciale di Tecnologia ad Agenzia Tecnologica Europea*, Udine, G.T.C. editrice.
2012, *Galateo del turismo*, Udine, GTC editrice, Finanziato dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.
2013, *Galateo mobile, il bon ton per un turismo responsabile*, Udine, UNESCO Club, Finanziato da Turismo Regione Friuli Venezia Giulia, pp. 31-33.
2022, «Introducción a la Ergonomía Aplicada al Diseño Industrial / Introduction to Ergonomics applied to Industrial Design», *A3manos*, July-December, n. 18, Universidad de la Habana - Instituto Superior de Diseño (ISDi).
2023a, *Safety, Quality and Ergonomics Applied to Medicine*, presented at the XI International Scientific and Practical Forum Effective “Management Systems: Quality. Circular Economy. Technological Sovereignty” - Sessione Qualità, sicurezza e innovazioni in medicina, Kazan 23 November 2023).

2023b, *Ergonomic Innovations in the tourism brand as a driver for interculturality and Eurasian integration*, IV Kazan International Congress of Eurasian Integration – June 29th 2023.

HEINEN E., VAN WEE B., MAAT K.

2009, «Commuting by Bicycle: An Overview of the Literature», *Transport Reviews*, 30(1), pp. 59-96.

HOLLIDAY W., THEO R., FISHER J., SWART J.

2023, «Cycling: Joint kinematics and muscle activity during differing intensities», *Sports Biomechanics*, 22(5), pp. 660-674.

KAURA V., HOPKINS P. M.

2024, «Recent advances in skeletal muscle physiology», *BJA Education Science Direct*, Volume 24, Issue 3, pp. 84-90.

LAMONT M.

2009, «Reinventing the wheel: A definitional discussion of bicycle tourism», *Journal of Sport & Tourism*, 14(1), pp. 5-23.

LANGFORD B. C., CHEN J., CHERRY C. R.

2017, «Risky riding: Naturalistic methods comparing safety behavior from conventional bicycle riders and electric bike riders», *Accident Analysis & Prevention*, 109, pp. 220-226.

LAURETANI F., MAGGIO M., PILOTTO A. M., ANSALDO M., BRUSCO C. M., CARBONARO M., AMENDOLA C., NABACINO M., TESTA C., CIUNI A., SVERZELLATI N., ZUCCHINI I., SALVI M., MASTROPIETRO A., RE R., BOTTER A., FRANCHI M. V., PORCELLI S.

2025, «The Trajectories of Neuromuscular Aging (TRAJECTOR-AGE Clinical Trial): Study Rationale and Methodological Protocol», *J Am Geriatr Soc.*, 2025 Sep, 73(9), pp. 2819-2827.

LI S., LIU H., YU J.

2020, «Influence of comfort perception on cycling endurance and performance», *Journal of Sports Sciences*, 38(9), pp. 1042-1050.

LUKES R. A., CHIN S. B., HAAKE S. J.

2005, «The understanding and development of cycling aerodynamics», *Sports Engineering*, 8(2), pp. 59-74.

MUJIK A., PADILLA S.

2001, «Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists», *Sports Medicine*, 31(7), pp. 479-487.

NACTO

2025, «National Association of City Transportation Officials», *Urban Bikeway Design Guide*, Third Edition (2025), Washington (D.C., U.S.A.), Island Press.

OJA P., TITZE S., BAUMAN A., DE GEUS B., KRENN P., REGER-NASH B., KOHLBERGER T.

2011, «Health benefits of cycling: a systematic review», *Scand J Med Sci Sports*, 2011, Aug, 21(4), pp. 496-509.

OKSA J., RINTAMÄKI H., RISSANEN S.

2004, «Thermal responses and comfort during cycling in cold conditions», *Journal of Thermal Biology*, 29(7-8), pp. 831-836.

PILOTTO A. M., ADAMI A., MAZZOLARI R., BROCCA L., CREA E., ZUCCARELLI L., PELLEGRINO M. A., BOTTINELLI R., GRASSI B., ROSSITER H. B., PORCELLI S.
2022, «Near-infrared spectroscopy estimation of combined skeletal muscle oxidative capacity and O₂ diffusion capacity in humans», *J Physiol.*, 2022 Sep, 600(18), pp. 4153-4168.

PRIEGO QUESADA J. I., KERR Z. Y., BERTUCCI W. M., CARPES F. P.
2018, «The categorization of amateur cyclists as research participants: findings from an observational study», *J Sports Sci.*, 2018 Sep; 36(17), pp. 2018-2024.

PUCHER J., DILL J., HANDY S.
2010, «Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review», *Preventive Medicine*, 50, Supplement, pp. S106-S125.

REYNOLDS C. C., HARRIS M. A., TESCHKE K., CRIPTON P. A., WINTERS M.
2009, «The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature», *Environ Health.*, 8, 47.

ROBIDOUX C. G.
2021, «A Practical Approach to the Evaluation of a Cyclist with Overuse Injury», *Phys Med Rehabil Clin N Am.*, 2022 Feb, 33(1), pp. 15-29.

SANDERS M. S., MCCORMICK E. J.
1993, *Human factors in engineering and design* (7th ed.), McGraw-Hill.

SCHEPERS P., HAGENZIEKER M., METHORST R., VAN WEE B., WEGMAN F.
2013, «A conceptual framework for road safety and mobility applied to cycling safety», *Accid Anal Prev*, 2014 Jan, 62, pp. 331-340.

SO R. C. H., NG J. K.-F., NG G. Y. F.
2005, «Muscle recruitment pattern in cycling: a review», *Physical Therapy in Sport*, Volume 6, Issue 2, pp. 89-96.

TEYEME Y. W., MALENGIER B., TEFAYE T., CIOCCI M. C., VASILE S., VAN LANGENHOVE L.
2019, «An Empirical Analysis of Potential Cyclist Injuries and Cycling Outfit Comfort», *Journal of Textile Science & Fashion Technology*, 4(1).

WHO FTC
2020, *Cyclist safety: an information resource for decision-makers and practitioners*, Geneva, World Health Organization.

YAN H., MAAT K., VAN WEE B.
2024, «Cycling speed variation: a multilevel model of characteristics of cyclists, trips and route tracking points», *Transportation*, 52 (2025), pp. 1857-1886.

ZHANG K., WANG Y.
2015, «Research on bicycle riding clothes», *Science Research*, 3(5), pp. 252-255.

ZHENG Y., MA Y., LI N., CHENG J.
2019, «Personality and Behavioral Predictors of Cyclist Involvement in Crash-Related Conditions», *Int J Environ Res Public Health.*, 2019 Dec 4, 16(24), 4881.

ZUO H., CONG S.

2021, «Ergonomic performance research and evaluation method of cycling clothes», *Journal of Physics: Conference Series*, 1790 012022.

SITI WEB

BICI DA STRADA.IT

<<https://www.bicidastrada.it/scegliere-il-manubrio-della-bici-da-corsa/>>, sito consultato il 6.11.2025.

BIOTEX

I professionisti del ciclismo indossano le mutande?,

<[https://www.biotex.it/blog/ciclismo/547-i-professionisti-del-ciclismo-indossano-le-mutande#:~:text=Sotto%20il%20pantaloncino%20da%20bici,per%20una%20donna%20e%20viceversa..](https://www.biotex.it/blog/ciclismo/547-i-professionisti-del-ciclismo-indossano-le-mutande#:~:text=Sotto%20il%20pantaloncino%20da%20bici,per%20una%20donna%20e%20viceversa..>)>, sito consultato il 5.11.2025.

CROW PLATFORM

2016, *Design Manual for Bicycle Traffic*,

<<https://crowplatform.com/product/design-manual-for-bicycle-traffic/>>, sito consultato il 6.11.2025.

LECYCLO

Il glossario della bicicletta,

<<https://www.lecyclo.com/it-it/blogs/conseils/dictionnaire-du-velo>>, sito consultato il 6.11.2025.

LEGAMBIENTE

2025, *Cicloturismo, "Viaggiare con la Bici 2025"*,

<<https://www.legambiente.it/comunicati-stampa/cicloturismo-viaggiare-con-la-bici-2025/>>, sito consultato il 5.11.2025.

MOBED R.

2025, *Strength Testing in Cycling: Prevention and performance*, scaricabile dal sito web:

<https://valdperformance.com/news/strength-testing-in-cycling-prevention-and-performance?utm_source=chatgpt.com>, sito consultato il 5.11.2025.

MUSEO NICOLIS

2025, *Le biciclette*,

<<https://www.museonicolis.com>>, sito consultato il 6.11.2025.

REMOVE ENABLING SOCIETY

Dimensioni delle piste ciclabili in Italia: normativa e utilizzo corretto in bicicletta,

<<https://www.re-moove.it/it/blog-disabilita/dimensione-piste-ciclabili-italia#:~:text=Sanzioni%20per%20il%20mancato%20utilizzo,a%20un%20giudice%20di%20pace>>, sito consultato il 6.11.2025.