

**Centro Ricerche Scienze Motorie**  
**Motor Science Research Center**

**Marco Ivaldi, PhD candidate**

**Medical Physiopathology**

*marco.ivaldi@unito.it*

**Motor Science Research Center**

SUISM, Turin University - Italy

[www.medicinasportricerca.it](http://www.medicinasportricerca.it)

# La performance nell'attività subacquea

# Argomenti correlati

Storia della prestazione

**Preparazione fisica all'immersione**

**Preparazione mentale all'immersione**

**Stress da immersione**

I gas (Azoto - Ossigeno - Anidride Carbonica)

La decompressione

L'equipaggiamento ( compresi i computer)

Le emergenze

Le miscele

Le tabelle da immersione

Le MDD

L'esame neurologico

**L'Integrazione alimentare**

**La dieta**

**Ergonomia e posturologia nell'immersione**

La fisiologia dell'immersione



# Introduzione

**Immersione scuba**

**Immersione tecnica**

**Immersione sportiva**



**Addestramento**

**Disciplina**

**Educazione**

**Pianificazione**

**Attenzione ai  
dettagli**

**Immersione ricreativa**

**Speleo subacquea**

**Immersione professionale o commerciale**



**Centro Ricerche Scienze Motorie**  
Motor Science Research Center



# Patologie cliniche in fisiologia estrema

Quali condizioni per una fisiologia estrema?

**Cardiopatie aritmogene**

**Ipertensione arteriosa**

**Scompenso cardiaco**

**Malattie apparato respiratorio:**

**Broncopneumopatie**

**Ipertensione polmonare**

**Apnee notturne**

**Endocrinopatie**

**Malattie neuropsichiatriche**



# **Fattori che determinano la prestazione in immersione:**

- Profondità ( in riferimento al tempo)**
- Visibilità**
- Corrente**
- Esperienza**
- Frequenza di immersione**
- Velocità di risalita**
- Tappe di sicurezza e/o decompressione**
- Idratazione**
- Gestione del gas e sua natura**
- Pianificazione dell'immersione**
- Riconoscimento dei limiti personali**
- Zone di comfort**



# I records in immersione

**Apnea statica e dinamica \***  
**Assetto costante e variabile**  
**Assetto no limit**



**Su relitto**

**Ad aria**

**A miscela con gradienti alterati (nitrox, heliox, trimix, O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>)**

**Speleologica con progressione**

**Con perdita di coscienza**

**Con morte (esempio Hope Root)**

**Immersioni in saturazione**

**immersioni in apnea ripetute ad elevate profondità: MDD?**



**Centro Ricerche Scienze Motorie**  
Motor Science Research Center

# La pianificazione delle immersioni

**Immersioni di adattamento**

**Immersioni di preparazione**

**Immersioni in condizionamento** - i quesiti logici, abilità e  
valutazione ad alte profondità

**Gli scalini preparatori giornalieri e plurigiornalieri**

*“L'immersione è un esercizio mentale. Devi comprendere la fisiologia ed i meccanismi della narcosi e della tossicità dell'ossigeno per poter sopravvivere. L'immersione ha bisogno di conoscenza e pianificazione; L'immersione facciale prolungata in abbinamento a tecniche di respirazione per stimolare il riflesso mammale sono parti vitali dell'equazione che porta a minimizzare gli effetti della CO2 nella narcosi e le reazioni fisiologiche alla tossicità dell'O2 “ Bret Gilliam ( 15.000 immersioni)*

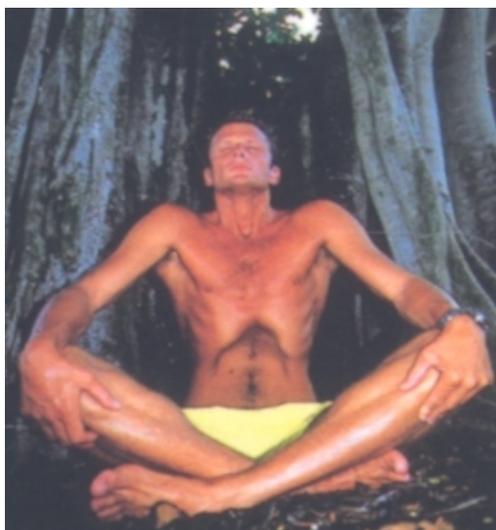


**Centro Ricerche Scienze Motorie**  
Motor Science Research Center

# **Il controllo mentale:**

**12/15 battiti cardiaci**

**1-2 atti respiratori**



**La meditazione**

**Le tecniche yoga**



**Centro Ricerche Scienze Motorie**  
Motor Science Research Center



# Tipologie di immersione

**Progressiva giornaliera a diminuire profondità**

**Immersione in parete**

**Immersione in ambiente ostruito**

**Immersione in relitto**

**Immersioni in ambiente antagonista (acqua fredda, scarsa visibilità, corrente, lontananza dalla terraferma)**

**Immersione in assenza di visibilità**



**Centro Ricerche Scienze Motorie**  
Motor Science Research Center

# Elementi di prestazione

**Corporatura**

**Ingombro dell'attrezzatura**

**Resistenza alla fatica**

**Protezione termica\***

**Vista**

**Idratazione ( No caffeina e alcol per inibizione antidiuretici)**

**Sonno ( No sonniferi)**

**Dieta ( No PH-)**

**Forma fisica**

**Alcol- fumo – droghe**

**Anamnesi ( ferite, cicatrici, operazioni, scottature, MDD, EGA)**

**\* Al di sotto dei 20° aumento narcosi, MDD, tossicità all'O<sub>2</sub>, diminuzione capacità logica e destrezza manuale**



# TEMPI DI TRANSITO DEGLI ALIMENTI

**Bevande contenenti carboidrati in varie concentrazioni lasciano lo stomaco in 15-30 minuti;**

**Frutta, latte scremato, yogurt, muesli, fiocchi d'avena necessitano di 1-2 ore;**

**Pasti leggeri (riso con verdure, pesce, minestra con pasta in brodo, pasta con sugo di pomodoro leggero) lasciano lo stomaco in 2-3 ore;**

**Pasti normali variati (carne, patate, verdura, pasta al ragù) necessitano di 3-4 ore;**

**Alimenti ricchi di grassi e i piatti ricchi di fibre (legumi, carni grasse) necessitano di 4 e più ore per lasciare lo stomaco.**



# Preparazione fisica specifica

## Capacità condizionali:

**Forza pura o massimale**

**Resistenza alla forza**

**Resistenza di lunga durata o aerobica (capacità aerobica)**

## Capacità coordinative:

**Capacità di orientamento spazio temporale**

**Capacità di reazione**

**Capacità di combinazione dei movimenti**

## Capacità specifiche

**Nuoto**

**Nuoto pinnato**

**Muscolatura respiratoria accessoria e controllo della respirazione**

**Apnea**

**Economia dei movimenti - zavorratura ed eutonia**

# **Difficoltà prestazionali specifiche**

**Nuoto controcorrente**

**Nuoto in superficie**

**Salvataggio**

**Apnee**

**Resistenza per equipaggiamento**



# Miglioramento della performance

**TRAINING**

Minimizzazione  
dei consumi

**MEDITAZIONE  
TRASCENDENTALE**



Basso livello  
di entropia

**FARMACI**



**Centro Ricerche Scienze Motorie**  
Motor Science Research Center

# NUOVE FRONTIERE DELLA FISIOLOGIA

O<sub>2</sub> normobarico e eritropoietina

Condizioni estreme, fatica, dolore  
E produzione di endorfine

O<sub>2</sub> e T quali varianti fondamentali nella prestazione

Dubbio

# Preparazione mentale specifica

**Esercizi di manualità sull' equipaggiamento**

( assemblaggio e vestizione a secco e in acqua)

**Esercizi di controllo dell'assetto**

## Tipologie prestazionali caratteriali

**Predisposizione al panico**

**Gestione dello stress**

**Ansia**

**Tendenza allo svenimento**

**Claustrofobia**

**Iperventilazione - tachicardia**

**Non completa acquaticità**

( riflesso da immersione facciale)



**Centro Ricerche Scienze Motorie**  
Motor Science Research Center

# Tipologie prestazionali caratteriali II

**Antifobia**

**Dipendenza dall'equipaggiamento**

**Inabilità natatorie**

**Costrizione all'immersione**

**Egocentrismo**

**Psicosi**

**60% mente 40% corpo**

# Stress come primaria causa di incidenti

## Stress da dipendenza dall'attrezzatura.

La subacquea è quella disciplina in cui si hanno il naso e gli occhi coperti da gomma e vetro, si ha visione a tunnel ed impossibilità di respirare dal naso. Nella subacquea le attività fisiche sono faticose a causa della resistenza respiratoria, e della superficie corporea aumentata da un vestito di gomma che limita i movimenti articolari.

La subacquea è quella disciplina in cui si galleggia.

Se non si avessero sette o otto chili di zavorra.

E' quella disciplina in cui si hanno le pinne che bloccano l'articolazione della caviglia, in cui si ha un sistema di compensazione dell'assetto che provoca ulteriore attrito.

Nella subacquea si indossano 20 chili di acciaio sulla schiena, tra le scapole, per mezzo di uno schienalino rigido.

Si respira attraverso dei tubi che sporgono al fianco o vicino alla faccia.

Altri accessori garantiscono il comfort come coltelli, macchine fotografiche, fucili, guanti ecc.



# stress

**Definizione:** risultato dello squilibrio tra le richieste poste ad un individuo e la capacità dello stesso di rispondere.

percezione di estrema gravità rispetto ad un eventuale errore commesso

forza che tende ad abbassare la prestazione di un individuo

**Stress fisico :** indebolimento prestazionale

**Stress psicologico:** compromissione comportamentale e reattiva

**Stress come variabile individuale**

**Stress come apprendimento comportamentale**



# Elementi causa di stress:

**Visibilità zero**

**Ingombro attrezzatura**

**Pressione sul tempo**

**Sovraccarico di compiti** (monitoraggio-spostamenti  
compagni - navigazione)

**(Narcosi)**

**Attrezzatura accessoria**

**Affaticamento fisico**

**Ambiente avverso**

**Economia dell'attrezzatura / prestazione**

**Tolleranza termica**

**Orgoglio**

**Incompetenza tecnica**

**Stress da controllo del compagno**



# Effetti dello stress: ciclo

**compromissione dell'efficienza mentale**

**diminuzione della percezione esterna**

**diminuzione dell'analisi**

**diminuzione di abilità apprese**

**diminuzione della concentrazione**

**diminuzione nella capacità di gestione del compito**

**Incapacità di determinare un principio causa effetto o sequenziale**

**compromissione cognitiva o analitica**

**compromissione della capacità di reazione**

**panico**

**contagio**



# **Soluzione: sovrapprendimento**

## **Sintomi fisici dello stress:**

Iperventilazione breve o profonda

Sguardo fisso

Iper tono muscolare / tetania

Disarmonia motoria

Irritabilità

Ripetitività

Fuga verticale

Temporeggiamento nella vestizione

Psicosi da problema tecnico o fisico

Apprensione e contatto materiale con oggetti o individui



# L'integrazione alimentare: I Glutazione

I radicali liberi: superossidi, idroperossidi, idrossili: elevata reattività

La produzione di Atp e l'attività aerobica

il citocromo C

CoQ10

i radicali idrossili e l'ossidazione lipidica: reazione a catena i perossidi

Contro l'ossidazione:

La catalasi (ossidi)

La superossido dismutasi (SOD orgoteina intramuscolo)

La glutazione perossidasi (I-glutazione)

Il precursore: N-acetilcisteina

Le vitamine C,E il Selenio e lo Zinco

Dosaggio 50mg



# **NUTRIZIONE SPORTIVA**

**Il metabolismo basale**

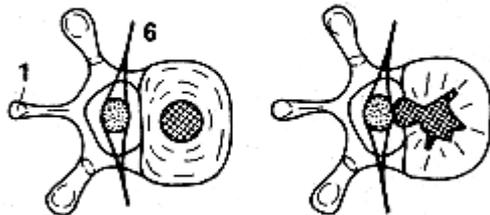
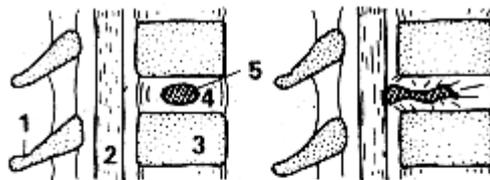
**L'approvvigionamento calorico**

**Gli alimenti**



**Centro Ricerche Scienze Motorie**  
Motor Science Research Center

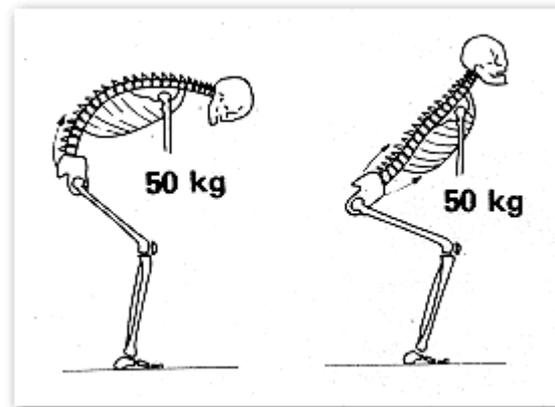
# Ergonomia



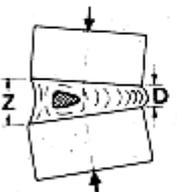
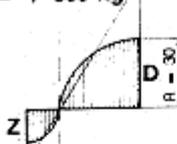
Normale Bandscheibe

- 1 Dornfortsatz
- 2 Rückenmark
- 3 Wirbelkörper
- 4 Bandscheibe
- 5 Kern
- 6 Nerv.

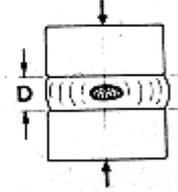
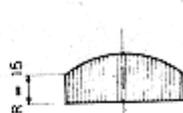
Bandscheibenvorfall (Diskushernie)



$P = + 500 \text{ kg}$



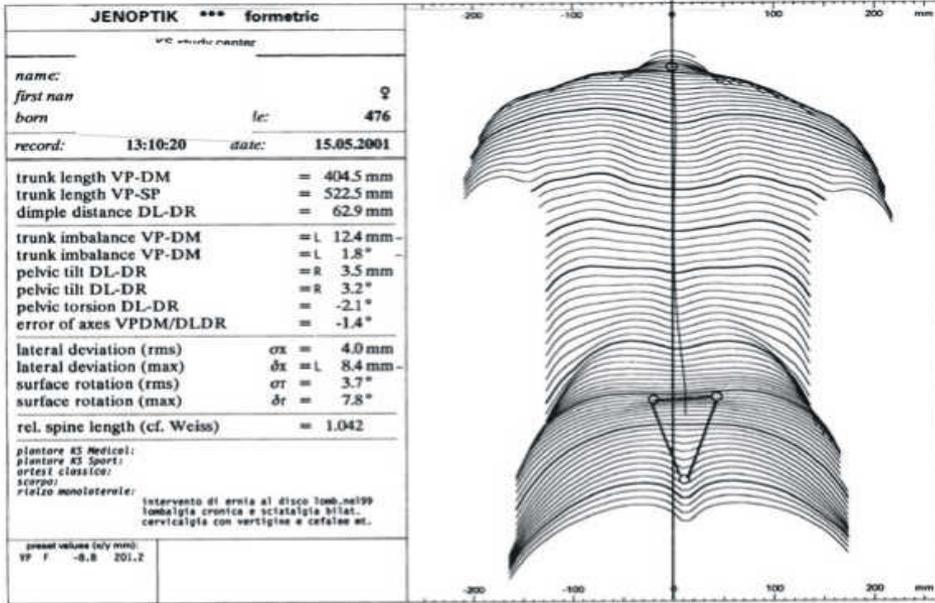
$P = + 400 \text{ kg}$



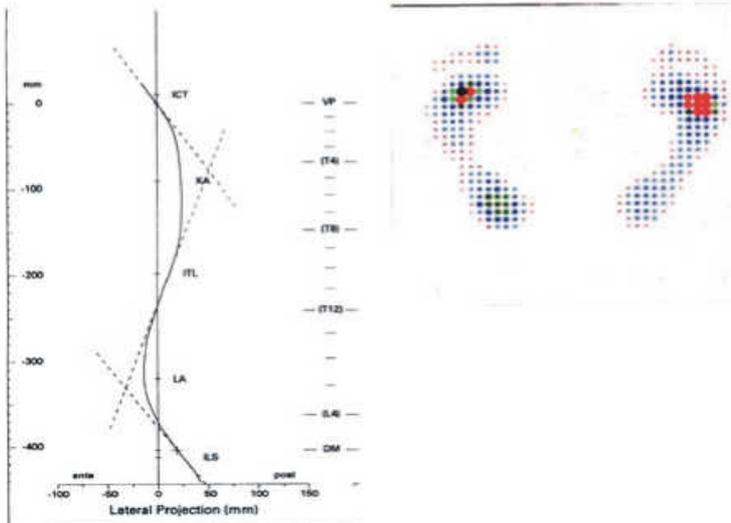
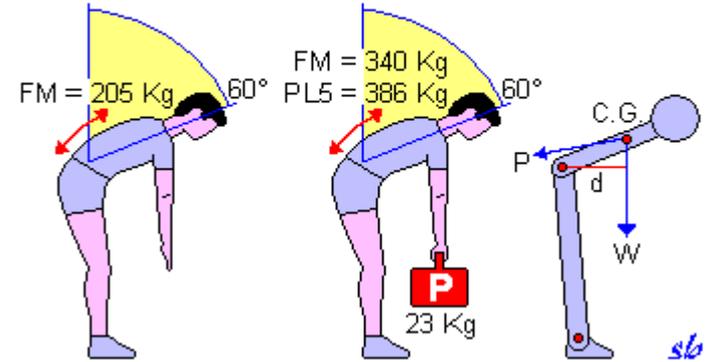
Statische Belastung der Bandscheibe (P) beim Heben einer Last von 50 kg mit gebeugtem oder geradem Rücken

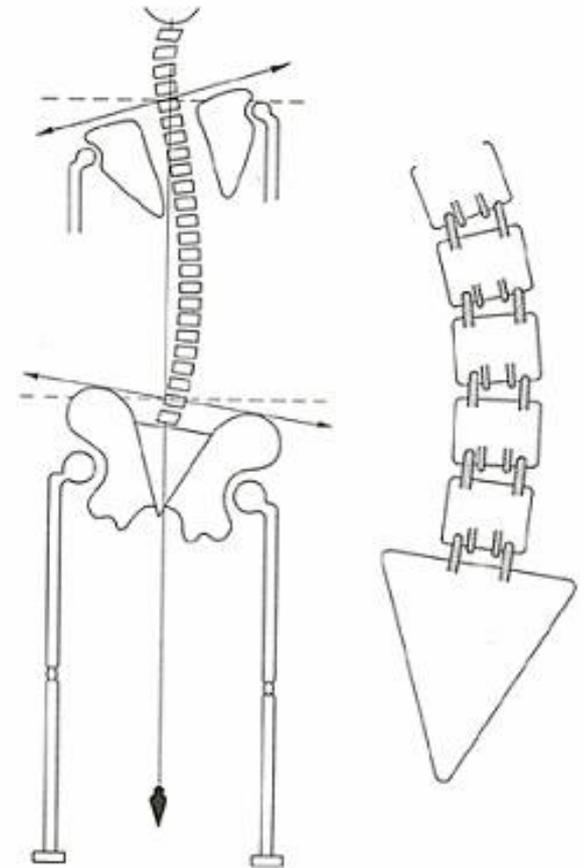
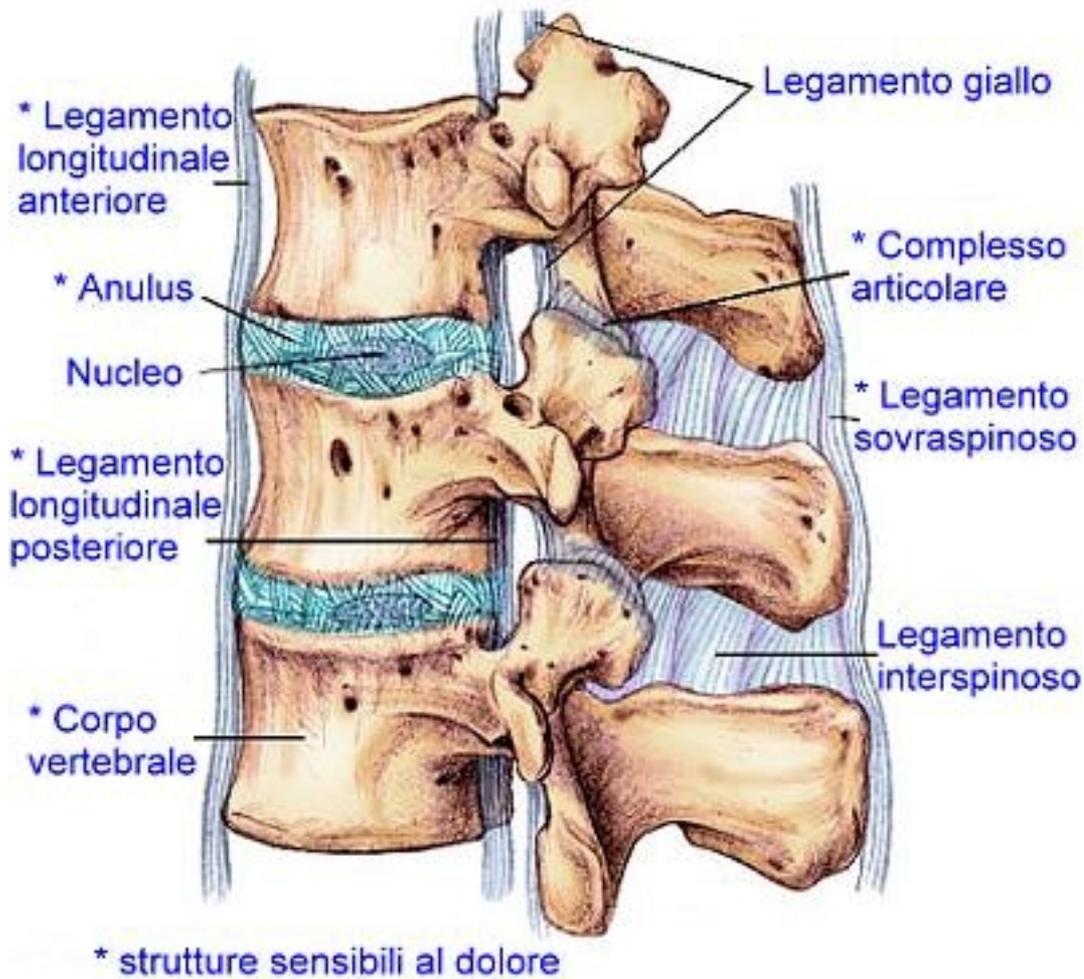


Centro Ricerche Scienze Motorie  
Motor Science Research Center



C.G. = centro di gravità  
 W = peso totale della testa, braccia e tronco  
 P = tensione dei muscoli estensori della colonna vertebrale





## RECORD PROGRESSIVI DI IMMERSIONE PROFONDA

ANNO	PROF.TÀ (M)	GAS	LUOGO	SUBACQUEO/I
<b>IMMERSIONI IN ACQUA LIBERA</b>				
1945	151	Trimix	Mediterraneo	Arne Zetterstrom
1947	93	Aria	Mar Rosso	Frederic Dumas
1961	106	Aria	Florida	Jean Clark Samazen
1961	221	Heliox	Svizzera	Hannes Keller&Ken McLeish
1962	303	Heliox	California	Hannes Keller&Peter Small
1963	107	Aria	Florida	Hal Watts
1965	109	Aria	Florida	Tom Mount & Frank Martz
1967	118	Aria	Florida	Hal Watts & A.J. Muns
1968	132	Aria	Bahamas	Neil Watson & John Gruener
1971	133	Aria	Bahamas	Ann Gunderson
1988	104	Aria	Florida	Marty Dunwoody
1990	137	Aria	Roatan	Bret Gilliam
1993	144	Aria	San Salvador	Bret Gilliam
1994	148	Aria	Nassau	Dan Manion

## RECORD PROGRESSIVI DI IMMERSIONE PROFONDA

1955	64	Aria	Vaucluse, Francia	Jacques Cousteau
1956	76	Aria	Wakulla, Florida	Gary Salesman & Wally Jenkins
1965	95	Aria	Devils Hole, Nevada	James Houtz
1969	102	Aria	Sinoia Caves, Rhodesia	Frank Salt
1970	126	Aria	Mystery Sink, Florida	Hal Watts
1970	121	Heliox	Mystery Sink, Florida	Hal Watts
1983	199	Heliox	Vaucluse, Francia	Jochen Hassenmaier
1987	199	Trimix	Mante, Mexico	Sheck Exley
1988	236	Trimix	Mante, Mexico	Sheck Exley
1988	121	Trimix	Mante, Mexico	Mary Ellen Echhoff
1989	168	Trimix	Zacaton, Mexico	Ann Kristovich
1993	267	Trimix	Mante, Mexico	Sheck Exley
1994	280	Trimix	Zacaton, Mexico	Jim Bowden

## PROPRIETÀ FISICHE DEI GAS

	H	He	Ne	N	O <sub>2</sub>	Ar
Peso Molecolare	2,016	4,003	20,83	28,016	32,000	39,944
Densità a 0°C, 1 atm (g/l)	0,0056 (lb/ft <sup>3</sup> )	0,1784	0,9004	1,251	1,429	1,784
Viscosità a 0°C, 1 atm (micropoise)	89,2 (28,1 °C)	194,1	311,1	175,0 (19,1 °C)	201,8	221,7
Conduttività termica a 0°C (1 atm, cal/°C-cm <sup>2</sup> -sec)	39,7x10 <sup>-5</sup>	34x10 <sup>-5</sup>	11x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-5</sup>	5,83x10 <sup>-5</sup>	3,92x10 <sup>-5</sup>
Volume specifico, 21°C (1 atm, cu.ft/lb)	192	96,7	19,2	13,8	12,08	9,67
Calore specifico Cp (cal/mole grado)	3,39	4,968	4,968	6,95	6,97	4,968
Solubilità in acqua a 38°C (cc/1000 g)	168,6	9,7	13	28,9 (25 °C)	26	
Solubilità in olio a 38°C (cc/1000 g)	50 (40°C)	15	19	61	120 (40°C)	140



**Centro Ricerche Scienze Motorie**  
Motor Science Research Center