

Part II: Salts - Tema 6

SALT D'ALÇADA



Figura 1. La càntabra Ruth Beitia, recordwoman espanyola amb 2,02m aconseguits el 2007.

1. HISTÒRIA

El salt d'alçada té el seu origen en els Tailteann Games irlandesos que es van celebrar per primera vegada molt abans de l'inici de l'era cristiana. Durant l'Edat Mitjana, l'evolució dels salts verticals estava associada generalment a exercicis acrobàtics (salt mortal, salt al mur). Des de principis del segle XIX, en acadèmies militars i escoles públiques centreeuropees, va evolucionar des d'exercici gimnàstic al salt competitiu. A partir de 1857 ja es van registrar a Gran Bretanya competicions regulars. La prova masculina és olímpica des dels primers Jocs d'Atenes-1896. Durant les tres primeres edicions dels Jocs Olímpics moderns aquesta especialitat també es va disputar en la variant "sense impuls".

El salt d'alçada és una de les proves que més ha progressat en la història de l'atletisme; en poc més d'un segle, el rècord mundial masculí (Taula 1) ha millorat 65 cm (36%). La progressió no només ha tingut lloc a nivell de rècords sinó també per la gran quantitat d'atletes que han aconseguit registres d'altíssim nivell (Taules 3 i 4). Aquesta evolució és resultat de la influència dels següents factors:

1) La modificació del reglament: en l'actualitat i en relació a la tècnica, l'única cosa que indica el reglament és que l'atleta ha de prendre impuls amb una sola cama. En el passat, el reglament deia: "Un salt correcte és aquell en el qual el cap del concursant no passa per sobre del llistó abans que els peus i no està sota els suports durant el franqueig de la resta del cos. No està permès cap salt perillós o en capbussada per sobre del llistó". Amb la desaparició d'aquesta norma van poder utilitzar-se "noves" tècniques que van permetre millorar la rotació sobre el llistó i perfeccionar el franqueig.

2) La millora del material: que en ordre cronològic i no d'importància, ha estat el següent:

- les sabatilles amb claus en el taló (George Horine, 1912),
- les sabatilles compensades (limitant-se el seu gruix a mitja polzada, 12.5 mm, des de 1958),
- els matalassos tous,
- les pistes de material sintètic, i, finalment,
- les sabatilles peraltades.

3) La detecció i captació de talents vàlids per a aquesta disciplina, que com ja veurem en les característiques antropomètriques, no només poden ser alts i lleugers.

4) L'aparició de noves tècniques. Fins a mitjans del segle vint l'evolució tècnica del salt d'alçada estava dirigida a disminuir la distància entre el centre de gravetat de l'atleta i el llistó (veure Figura 2), en altres paraules, per franquejar una mateixa alçada, l'atleta ha hagut d'eleva-se cada vegada menys en utilitzar tècniques més modernes. Les tècniques que s'han utilitzant, en ordre cronològic, són:

- el salt frontal:
 - + amb encongiment de cames,
 - + frontal roll,
 - + extensió dorsal ("lay out");
- el salt de tisores:
 - + simple (vertical o escocesa),
 - + americana (horitzontal, Sweeney twist),
 - + californiana (western scissor, Lewden);
- el corró costal (californià o western roll):
 - + original,
 - + amb capbussada,
- el corró ventral (straddle jump):
 - + paral·lel (flat straddle o americà),
 - + salt granota amb capbussada (boby style),
 - + amb capbussada,
 - + amb capbussada transversal (plongeon),
 - + amb semicapbussada (diagonal).
- i, finalment, el Fosbury-flop:
 - + original (velocitat o reactiu),
 - + força (amplitud o explosiu).

Amb les tècniques frontal i tisores el centre de masses de l'atleta superava el llistó a una alçada d'aquest de 40 i 25 cm respectivament.

Amb el corró costal el C.M. passava a uns 15 cm per sobre del llistó. Segons la variant de corró ventral utilitzada, per fer salt vàlid, el C.M. de l'atleta podia passar a la mateixa alçada del llistó o, fins i tot, 5 cm per sota d'ell (capbussada). Finalment, en el cas del Fosbury flop, podria superar-se el llistó passant el centre de masses fins i tot 9 cm per sota d'aquell.

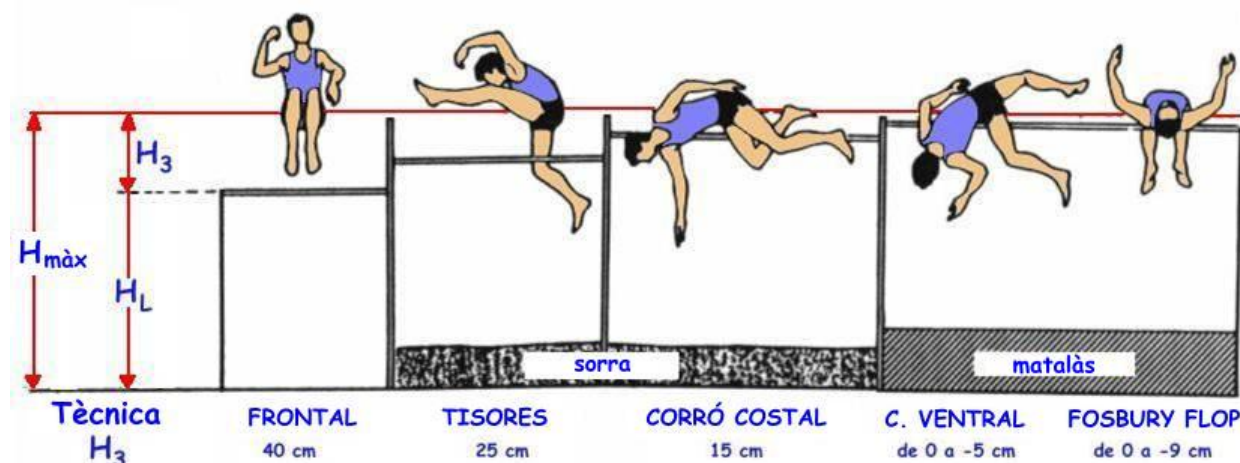


Figura 2. Alçada del C.M sobre el llistó en les diferents tècniques.

5) Una millora en la metodologia de l'entrenament, tant condicional com del perfeccionament tècnic. Des d'un punt de vista tècnic, la tendència és l'assoliment d'una major velocitat de carrera i un major aprofitament de les forces inercials i de rebot durant la fase de batuda. Des del punt de vista condicional, la tendència és cap a un major desenvolupament de la capacitat de força reactiva.

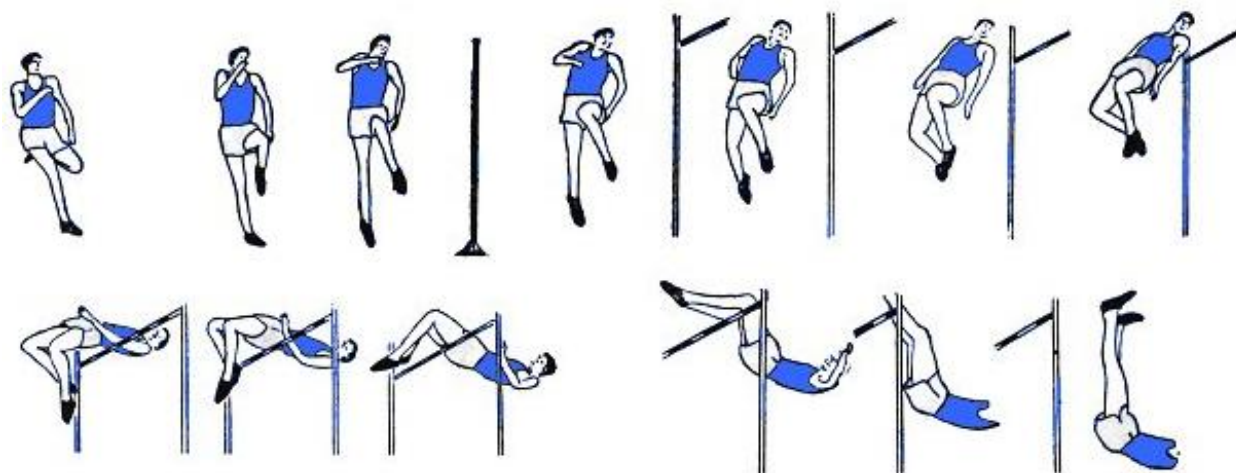


Figura 3. Esquema d'un salt de Richard Fosbury a Mèxic-1968.

En la Figura 4 es mostra l'evolució dels resultats a nivell mundial, tant per a homes com per a dones, des de l'any 1960. Fins a 1970, aquests resultats no manifesten una clara millora; aquesta situació és especialment evident per a la mitjana dels resultats dels tres i deu millors atletes. D'altra banda, també es pot observar una gran diferència entre la marca del millor atleta i aquestes mitjanes. Això es deu al marcat domini durant aquest període de temps d'una dona, Yolanda Balas, i dos homes, Valeriy Brumel i Ni Chihchin.

Amb la introducció del Flop (pel campió olímpic a Mèxic-1968, Richard Fosbury; Figura 3) i, posteriorment, amb la progressiva desaparició del corró ventral, el salt d'alçada ha evidenciat una millora contínua dels resultats a curts intervals de temps en comparació dels anys seixanta del segle

passat. D'altra banda, les mitjanes de les marques mostren una clara relació amb la del millor saltador, la qual cosa indica un augment en la densitat dels resultats. Aquesta densitat també ha augmentat en les grans competicions, on els primers classificats aconsegueixen marques molt semblants o, fins i tot, idèntiques; repartint-se les medalles segons el nombre d'intents nuls.

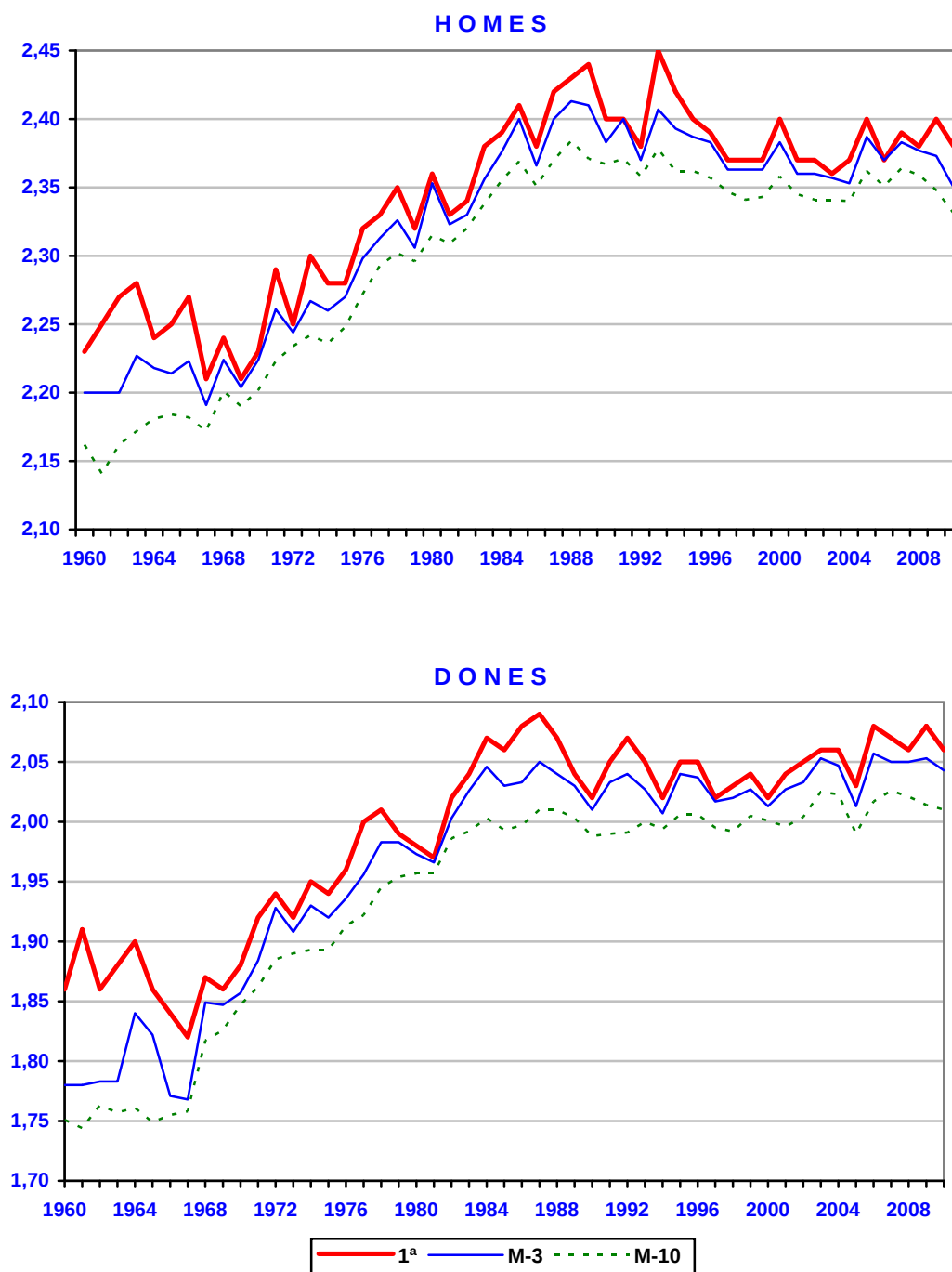
Entre els factors que han facilitat la difusió del Fosbury flop es troben la senzillesa del seu aprenentatge inicial i les moltes possibilitats existents d'individualització que té aquesta tècnica.

Actualment entre els atletes de alt nivell, no hi ha ni un sol representant de qualsevol altre tècnica que no sigui el Flop.

Taula 1: Evolució del record mundial masculí i la tècnica utilitzada.

MARCA (m)	ATLETA	PAIS	ANY	TÈCNICA
Rècord oficiós:				
1.80	Marshall Jones Brooks	GBR	1874	Frontal roll
1.83	Marshall Jones Brooks	GBR	1876	Frontal roll
1.89	Marshall Jones Brooks	GBR	1876	Frontal roll
1.90	Patrick Davin	IRL	1880	Frontal roll
1.93	William Byrd-Page	USA	1887	Frontal amb extensió dorsal
1.94	James Ryan	IRL	1895	Tisora
1.97	Michael Sweeney	USA	1895	Tisora horitzontal
Rècord oficial I.A.A.F.:				
1.98	George Horine	USA	1912	Corró costal
2.00	George Horine	USA	1912	Corró costal
2.01	Edward Beeson	USA	1914	Corró costal
2.03	Harold Osborne	USA	1924	Corró costal
2.04	Walter Marty	USA	1933	Corró costal
2.06	Walter Marty	USA	1934	Corró costal
2.07	David Albritton	USA	1936	Corró ventral paral·lel
2.07	Cornelius Johnson	USA	1936	Corró costal
2.09	Melvin Walker	USA	1937	Corró costal
2.11	Lester Steers	USA	1941	Corró ventral paral·lel
2.12	Walter F. Davis	USA	1953	Corró costal
2.13	Robert Avant	USA	1954	Corró ventral paral·lel
2.15	Charles E. Dumas	USA	1956	Corró ventral paral·lel
2.16	Yuriy Stepanov	URS	1957	Corró ventral diagonal
2.17	John C. Thomas	USA	1960	Corró ventral paral·lel
2.18	John C. Thomas	USA	1960	Corró ventral paral·lel
2.22	John C. Thomas	USA	1960	Corró ventral paral·lel
2.23	Valeriy N. Brumel	URS	1961	Corró ventral diagonal
2.24	Valeriy N. Brumel	URS	1961	Corró ventral diagonal
2.25	Valeriy N. Brumel	URS	1961	Corró ventral diagonal
2.26	Valeriy N. Brumel	URS	1962	Corró ventral diagonal
2.27	Valeriy N. Brumel	URS	1962	Corró ventral diagonal
2.28	Valeriy N. Brumel	URS	1963	Corró ventral diagonal
2.29	Ni Chihchin	CHI	1970	Corró ventral diagonal
2.29	Pat Matzdorf	USA	1971	Corró ventral diagonal
2.30	Dwight E. Stones	USA	1973	Fosbury Flop reactiu
2.31	Dwight E. Stones	USA	1976	Fosbury Flop reactiu
2.32	Dwight E. Stones	USA	1976	Fosbury Flop reactiu
2.33	Vladimir Yashchenko	URS	1977	Corró ventral diagonal
2.34	Vladimir Yashchenko	URS	1978	Corró ventral diagonal
2.35	Jacek Wszola	POL	1980	Fosbury Flop explosiu
2.35	Dietmar Mögenburg	FRG	1980	Fosbury Flop reactiu
2.36	Gerd Wessig	GDR	1980	Fosbury Flop explosiu
2.37	Zhu Jianhua	CHN	1983	Fosbury Flop reactiu
2.38	Zhu Jianhua	CHN	1983	Fosbury Flop reactiu
2.39	Zhu Jianhua	CHN	1984	Fosbury Flop reactiu
2.40	Rudolf Povarnitsyn	URS	1985	Fosbury Flop explosiu
2.41	Igor Paklin	URS	1985	Fosbury Flop explosiu
2.42	Patrik Sjöberg	SWE	1987	Fosbury Flop reactiu
2.43	Javier Sotomayor	CUB	1988	Fosbury Flop explosiu
2.44	Javier Sotomayor	CUB	1989	Fosbury Flop explosiu
2.45	Javier Sotomayor	CUB	1993	Fosbury Flop explosiu

Figura 4. Evolució de les marques durant la última dècada.



Rànquing Mundial de tots els temps
tancat el 15-SET-10

ALÇADA homes

	Marca	Atleta	Pais	Naix.	Lloc	Data	Edat	Alçada	Pes	Ind.M.C.	coef. P/E	Difer.	
1	2,45	WR	Javier Sotomayor	CUB	13-10-67	Salamanca	27-jul-93	25,8	1,95	82	21,56	421	0,50
2	2,42	WR	Patrik Sjöberg	SWE	5-1-65	Estocolm	30-jun-87	22,5	2,00	78	19,50	390	0,42
	2,42	i WR	Carlo Thränhardt	FRG	5-7-57	Berlin	26-feb-88	30,7	1,98	84	21,43	424	0,44
4	2,41	WR	Igor Paklin	KZK	15-7-63	Kobe	4-sep-85	22,2	1,91	72	19,74	377	0,50
5	2,40	WR	Rudolf Povarnitsin	UKR	13-6-62	Donetsk	11-ago-85	23,2	2,02	75	18,38	371	0,38
	2,40		Sorin Matei	ROM	6-7-63	Bratislava	20-jun-90	27,0	1,84	67	19,79	364	0,56
	2,40	i	Hollis Conway	USA	8-1-67	Sevilla	10-mar-91	24,2	1,83	66	19,71	361	0,57
	2,40		Charles Austin	USA	19-12-67	Zürich	7-ago-91	23,6	1,84	77	22,74	418	0,56
	2,40		Vyacheslav Voronin	RUS	5-4-74	Londres	5-ago-00	26,4	1,90	78	21,61	411	0,50
	2,40	i	Stefan Holm	SWE	25-5-76	Madrid	6-mar-05	28,8	1,81	69	21,06	381	0,59
	2,40	i	Ivan Ukhov	RUS	4-4-86	Pireas	25-feb-09	22,9	1,92	83	22,52	432	0,48
12	2,39	WR	Zhu Jianhua	CHN	29-5-63	Eberstadt	10-jun-84	21,0	1,93	70	18,79	363	0,46
	2,39	i	Dietmar Mögenburg	FRG	15-8-61	Colonia	24-feb-85	23,5	2,01	78	19,31	388	0,38
	2,39	i	Ralf Sonn	GER	17-1-67	Berlin	1-mar-91	24,1	1,97	85	21,90	431	0,42
15	2,38	i	Gennadi Avdeyenko	UKR	4-11-63	Indianapolis	7-mar-87	23,4	2,02	84	20,59	416	0,36
	2,38		Sergey Malchenko	RUS	2-11-63	Banská Bystrica	4-sep-88	24,9	1,90	74	20,50	389	0,48
	2,38		Dragutin Topic	YUG	12-3-71	Belgrad	1-ago-93	22,4	1,97	77	19,84	391	0,41
	2,38	i	Steve Smith	GBR	29-3-73	Wuppertal	4-feb-94	20,9	1,85	70	20,45	378	0,53
	2,38	i	Wolf-Hendrik Beyer	GER	14-2-72	Weinsheim	18-mar-94	22,1	2,00	82	20,50	410	0,38
	2,38		Troy Kemp	BAH	18-6-66	Niza	12-jul-95	29,1	1,87	69	19,73	369	0,51
	2,38		Artur Partyka	POL	25-7-69	Eberstadt	18-ago-96	27,1	1,92	69	18,72	359	0,46
	2,38	i	Matt Hemingway	USA	24-10-72	Atlanta	4-mar-00	27,4	1,98	81	20,66	409	0,40
	2,38	i	Yaroslav Rybakov	RUS	22-11-80	Estocolm	15-feb-05	24,2	1,98	84	21,43	424	0,40
	2,38		Jacques Freitag	RSA	11-6-82	Oudtshoorn	5-mar-05	22,7	2,04	83	19,94	407	0,34
	2,38		Andrey Sokolovskiy	UKR	16-7-78	Roma	8-jul-05	27,0	1,96	80	20,82	408	0,42
	2,38		Linus Thörnblad	SWE	6-3-85	Göteborg	25-feb-07	22,0	1,80	76	23,46	422	0,58
	2,38		Andrey Silnov	RUS	9-9-84	Londres	25-jul-08	23,9	1,98	83	21,17	419	0,40
28	2,37		Valeri Sereda	RUS	30-6-59	Rieti	2-sep-84	25,2	1,86	73	21,10	392	0,51
	2,37		Jerome Carter	USA	25-3-63	Columbus	8-may-88	25,1	1,85	66	19,28	357	0,52
	2,37		Tom McCants	USA	27-11-62	Columbus	8-may-88	25,5	1,85	79	23,08	427	0,52
	2,37		Sergey Dymchenko	UKR	23-8-67	Kiev	16-sep-90	23,1	2,02	84	20,59	416	0,35
	2,37	i	Dalton Grant	GBR	8-4-66	Paris	13-mar-94	27,9	1,85	76	22,21	411	0,52
	2,37	i	Jaroslav Bába	CZE	2-9-84	Arnstadt	5-feb-05	20,4	1,96	82	21,35	418	0,41
34	2,36	WR	Gerd Wessig	GDR	16-7-59	Moscou	1-ago-80	21,1	2,01	84	20,79	418	0,35
	2,36		Sergey Zasimovich	KZK	6-9-62	Tashkent	5-may-84	21,7	1,88	73	20,65	388	0,48
	2,36		Eddy Annys	BEL	15-12-58	Gent	26-may-85	26,5	1,87	73	20,88	390	0,49
	2,36	i	Jim Howard	USA	11-9-59	Albuquerque	25-ene-86	26,4	1,96	80	20,82	408	0,40
	2,36	i	Jan Zvara	CZE	12-2-63	Jablonec	14-feb-87	24,0	1,90	85	23,55	447	0,46
	2,36	i	Gerd Nagel	FRG	22-10-57	Sulingen	17-mar-89	31,4	1,88	77	21,79	410	0,48
	2,36		Nick Saunders	BER	14-9-63	Auckland	1-feb-90	26,4	1,88	75	21,22	399	0,48
	2,36		Doug Nordquist	USA	20-12-58	Norwalk	15-jun-90	31,5	1,94	79	20,99	407	0,42
	2,36		Georgi Dakov	BUL	21-10-67	Bruseles	10-ago-90	22,8	1,95	78	20,51	400	0,41
	2,36		Lambros Papakostas	GRE	20-10-69	Atenes	21-jun-92	22,7	1,93	78	20,94	404	0,43
	2,36	i	Steinar Hoen	NOR	8-2-71	Balingen	12-feb-94	23,0	1,93	77	20,67	399	0,43
	2,36		Tim Forsyth	AUS	17-8-73	Melbourne	2-mar-97	23,6	1,96	73	19,00	372	0,40
	2,36		Sergey Klyugin	RUS	24-3-74	Zürich	12-ago-98	24,4	1,84	77	22,74	418	0,52
	2,36		Konstantin Matusevich	ISR	25-2-71	Perth	21-may-00	29,3	2,02	85	20,83	421	0,34
	2,36		Martin Buss	GER	7-4-76	Edmonton	8-ago-01	25,4	1,95	82	21,56	421	0,41
	2,36		Aleksander Walerianczyk	POL	1-9-82	Bydgoszcz	20-jul-03	20,9	1,96	81	21,08	413	0,40
	2,36		Michal Bieniek	POL	17-5-84	Biala Podlaska	28-may-05	21,0	1,91	70	19,19	366	0,45
	2,36	i	Andrey Tereshin	RUS	15-12-82	Moscou	17-feb-06	23,2	1,95	77	20,25	395	0,41
	2,36	A	Dusty Jonas	USA	19-4-86	Boulder	18-may-08	22,1	1,93	82	22,01	425	0,43
53	2,36	i	Jesse Williams	USA	27-12-83	Branska Bystrica	11-feb-09	25,1	1,84	75	22,15	408	0,52
	2,38		MITJANES					24,6	1,93	77	20,85	401	0,45
	0,02		DESVIACIÓ ESTÀNDARD					2,8	0,06	5	1,20	22	0,07
	2,33	100°				mínim	20,4	1,80	66	18,38	357	0,34	
	2,30	200°				màxim	31,5	2,04	85	23,55	447	0,59	
	2,28	300°											

U.S.A. 9 atletes
Rússia 8
Alemanya 7
Ucraïna 4

Rànquing Mundial de tots els temps
tancat el 15-SET-10

ALÇADA dones

	<u>Marca</u>	<u>Atleta</u>	<u>Pais</u>	<u>Naix.</u>	<u>Lloc</u>	<u>Data</u>	<u>Edat</u>	<u>Alçada</u>	<u>Pes</u>	<u>Ind.M.C.</u>	<u>coef. P/E</u>	<u>Difer.</u>
1	2,09	WR Stefka Kostadinova	BUL	25-3-65	Roma	30-ago-87	22,4	1,80	60	18,52	333	0,29
2	2,08	i Kajsa Bergqvist	SWE	12-10-76	Arnstadt	4-feb-06	29,3	1,75	59	19,27	337	0,33
	2,08	Blanka Vlasic	CRO	8-11-83	Zagreb	31-ago-09	25,8	1,92	75	20,35	391	0,16
4	2,07	WR Lyudmila Zhecheva-Andonova	BUL	6-5-60	Berlin	20-jul-84	24,2	1,77	60	19,15	339	0,30
	2,07	i Heike Redetzky-Henkel	GER	5-5-64	Karlsruhe	8-feb-92	27,8	1,81	64	19,54	354	0,26
6	2,06	Hestrie Storbek-Cloete	RSA	26-8-78	Paris	31-ago-03	25,0	1,85	68	19,87	368	0,21
	2,06	Yelena Slesarenko	RUS	28-2-82	Atenes	28-ago-04	22,5	1,78	54	17,04	303	0,28
	2,06	Ariane Friedrich	GER	10-1-84	Berlin	14-jun-09	25,4	1,78	59	18,62	331	0,28
9	2,05	WR Tamara Bykova	RUS	21-12-58	Kiev	22-jun-84	25,5	1,79	62	19,35	346	0,26
	2,05	Inga Babakova	UKR	27-6-67	Tòquio	15-sep-95	28,2	1,80	58	17,90	322	0,25
	2,05	i Tia Hellebaut	BEL	16-2-78	Birmingham	3-mar-07	29,1	1,82	66	19,93	363	0,23
	2,05	Chaunte Howard-Lowe	USA	12-1-84	Des Moines	26-jun-10	26,5	1,75	59	19,27	337	0,30
13	2,04	Silvia Costa	CUB	4-5-64	Barcelona	9-sep-89	25,4	1,79	60	18,73	335	0,25
	2,04	i Alina Astafei	GER	7-6-69	Berlin	3-mar-95	25,8	1,81	62	18,92	343	0,23
	2,04	Venelina Veneva	BUL	13-6-74	Kalamáta	2-jun-01	27,0	1,77	56	17,87	316	0,27
	2,04	i Anna Chicherova	RUS	22-7-82	Yekaterinburg	7-ene-03	20,5	1,80	56	17,28	311	0,24
17	2,03	WR Ulrike Meyfarth	RFA	4-5-56	Londres	21-ago-83	27,3	1,88	71	20,09	378	0,15
	2,03	Louisse Ritter	USA	18-2-58	Austin	8-jul-88	30,4	1,78	59	18,62	331	0,25
	2,03	Niki Bakoyanni	GRE	9-6-68	Atlanta	3-ago-96	28,2	1,70	53	18,34	312	0,33
	2,03	Tatyana Motkova-Babashkina	RUS	23-11-68	Bratislava	30-may-95	26,5	1,75	68	22,20	389	0,28
	2,03	i Monica Iagar-Dinescu	ROM	2-4-73	Bucarest	23-ene-99	25,8	1,86	68	19,66	366	0,17
	2,03	Antionietta Di Martino	ITA	1-6-78	Milà	24-jun-07	29,1	1,69	57	19,96	337	0,34
	2,03	i Marina Kuptsova	RUS	22-12-81	Viena	2-mar-02	20,2	1,85	68	19,87	368	0,18
24	2,02	i Sussanne Helm-Beyer	DDR	24-6-61	Indianapolis	8-mar-87	25,7	1,77	60	19,15	339	0,25
	2,02	Yelena Yelena	RUS	5-4-70	Seattle	23-jul-90	20,3	1,84	57	16,84	310	0,18
	2,02	Viktoria Stypolina	UKR	21-2-76	Atenes	28-ago-04	28,5	1,75	58	18,94	331	0,27
	2,02	Ruth Beitia	ESP	1-4-79	San Sebastià	4-ago-07	28,4	1,91	73	20,01	382	0,11
	2,02	Irina Gordeyeva	RUS	6-10-86	Eberstadt	30-ago-09	22,9					
29	2,01	WR Sara Simeoni	ITA	19-4-53	Brescia	4-ago-78	25,3	1,78	61	19,25	343	0,23
	2,01	i Grabielle Niebling-Gunz	DDR	8-9-61	Stuttgart	31-ene-88	26,4	1,82	63	19,02	346	0,19
	2,01	Desiree Du Plessis	RSA	20-5-65	Johannesburg	16-sep-86	21,3	1,84	64	18,90	348	0,17
	2,01	Olga Turchak	UKR	5-3-67	Moscou	7-jul-86	19,4	1,90	60	16,62	316	0,11
	2,01	Yelena Gulyayeva	RUS	14-8-67	Kalamáta	23-may-98	30,8	1,81	62	18,92	343	0,20
	2,01	Hanne Haugland	NOR	14-12-67	Zürich	13-ago-97	29,7	1,83	65	19,41	355	0,18
	2,01	Heike Balck	DDR	19-8-70	Karl Marx Stad	18-jun-89	18,8	1,78	55	17,36	309	0,23
	2,01	i Tisha Waller	USA	1-10-70	Atlanta	28-feb-98	27,4	1,83	60	17,92	328	0,18
	2,01	Irina Mikhailchenko	UKR	20-1-72	Eberstadt	18-jul-04	32,5	1,74	58	19,16	333	0,27
	2,01	i Ioanet Quintero	CUB	8-9-72	Berlin	5-mar-93	20,5	1,89	70	19,60	370	0,12
	2,01	Amy Acuff	USA	14-7-75	Zürich	15-ago-03	28,1	1,88	59	16,69	314	0,13
	2,01	Vita Palamar	UKR	12-10-77	Zürich	15-ago-03	25,9	1,86	63	18,21	339	0,15
	2,01	Emma Green	SWE	8-12-84	Barcelona	1-ago-10	25,7	1,80	62	19,14	344	0,21
42	2,00	WR Rosemarie Witschas-Ackerman	DDR	4-4-52	Berlin	26-ago-77	25,4	1,75	59	19,27	337	0,25
	2,00	Jan Chesbro-Wohlschlag	USA	14-7-58	Oslo	1-jul-89	31,0	1,86	67	19,37	360	0,14
	2,00	i Coleen Riestra-Sommer	USA	16-6-60	Ottawa	14-feb-82	21,7	1,78	59	18,62	331	0,22
	2,00	Biljana Petrovic	YUG	28-2-61	Saint Denis	22-jun-90	29,3	1,76	60	19,37	341	0,24
	2,00	i Larisa Kositsyna	RUS	14-12-63	Volgograd	11-feb-88	24,2	1,82	58	17,51	319	0,18
	2,00	Lyudmila Petrus-Avdeyenko	UKR	14-12-63	Bryanks	17-jul-87	23,6	1,80	62	19,14	344	0,20
	2,00	Charmaine Gale-Weavers	RSA	27-2-64	Pretoria	25-mar-85	21,1	1,78	65	20,52	365	0,22
	2,00	Yolanda Henry	USA	2-12-64	Sevilla	30-may-90	25,5	1,68	52	18,42	310	0,32
	2,00	i Emilia Petkanova-Dragieva	BUL	11-1-65	Indianapolis	8-mar-87	22,2	1,70	53	18,34	312	0,30
	2,00	13 atletas más										
	2,03	MITJANES					25,6	1,80	61	18,90	340	0,23
	0,02	DESVIACIÓ ESTÀNDARD					3,3	0,06	5	1,07	22	0,06
	1,97	100°				mínim	18,8	1,68	52	16,62	303	0,11
	1,94	200°				màxim	32,5	1,92	75	22,20	391	0,34
	1,92	300°										

Rússia 16 atletes
Alemanya 10
U.S.A. 7
Ucraïna 6
Bulgària 5

2. MODEL TÈCNIC DEL FOSBURY FLOP

Com en qualsevol altre salt atlètic, i per facilitar el seu estudi, podem dividir el salt d'alçada en quatre fases:

- a) carrera d'impuls,
- b) batuda,
- c) vol-franqueig i
- d) aterratge

A diferència del que succeeix en els salts en extensió i tenint en compte el tipus de les actuals zones de caiguda, l'aterratge no té cap rellevància tècnica. En el passat, aquesta fase del salt es realitzava sobre fossats de sorra i havia de dominar-se tècnicament per respectar la integritat física de l'atleta.

a) FASE DE CARRERA

Aquesta fase es perllonga des del moment en què l'atleta es posa en moviment en direcció al saltòmetre fins a l'instant anterior que el peu de batuda inicia el contacte amb el terra.

b) FASE DE BATUDA

La fase de batuda comprèn les accions que van des del final de la fase anterior fins al moment en què l'atleta perd contacte amb el terra.

c) FASE DE VOL I FRANQUEIG

Aquesta última fase inclou la superació del llistó i finalitza en l'instant en què l'atleta fa contacte amb el matalàs.

Nota: els valors numèrics que apareixen al llarg del text, si no van acompanyats de la referència corresponent, són mitjanes de les dades obtingudes mitjançant anàlisis biomecànic tridimensional realitzats a 30 saltadors d'alt nivell.

2.1. LA CARRERA D'IMPULS

Els objectius de la carrera d'impuls són aconseguir una velocitat de carrera òptima i preparar la fase culminant del salt que és la batuda. Per tant, la forma, la tècnica d'execució, el nombre de passos, la seva longitud i el ritme de la carrera es realitzen en funció de l'assoliment d'aquests objectius.

En la pràctica, el model de carrera més utilitzat és el denominat en "J". Comparant aquest tipus de carrera amb una altra totalment corba, pot aconseguir-se major velocitat i definir-se millor la forma i l'amplitud del pas.

En la Figura 5 es representa un exemple de carrera en J, sent la seva longitud de 8 a 12 passos i, d'ells, els últims 3 a 5 es realitzen en corba.

L'atleta, al llarg de la seva vida esportiva, pot augmentar el nombre de passos (de 2 a 4), però una vegada aconseguit l'alt rendiment, en general, ja no varia aquest paràmetre. En el cas de vent contrari o altres condicions desfavorables, disminueix la longitud total de la carrera mantenint invariables el nombre de passos i el ritme d'execució.

Abans d'iniciar qualsevol salt, els atletes acostumen a realitzar una espècie de ritual competitiu durant el qual, en la ment, es reproduïx tot el salt recalcant especialment la part menys automatitzada (visualització).

L'inici de la carrera pot fer-se des d'aturat o llançant-se 3-4 passos. En el model en "J" el canvi de direcció al prendre la corba, no és molt brusc o no implica molta dificultat; per tenir un traçat rectilini més obert o per presentar un nombre de suports en corba que corregeix més progressivament la trajectòria de carrera, des dels 90° de l'inici fins als aproximadament 30° de l'últim pas i sempre en relació al llistó.

El radi de la corba varia segons el nivell físic-tècnic i, per tant, també l'edat dels atletes (Taula 4).

Tabla 4.- Valores orientativos per a la determinació de la carrera d'impuls.

Grup de saltadors	Radi de la corba (m)	Distància frontal de batuda (m)	Distància lateral de batuda (m)
PRINCIPIANTS	3 - 7	0.5 - 0.7	
DONES / JOVES	8 - 12	0.6 - 0.9	0 - 1
HOMES	6 - 10	0.9 - 1.1	

Modificat de Banersfeld y Schöter, 1979; Schmolinsky, 1974; Heinz, 1973.

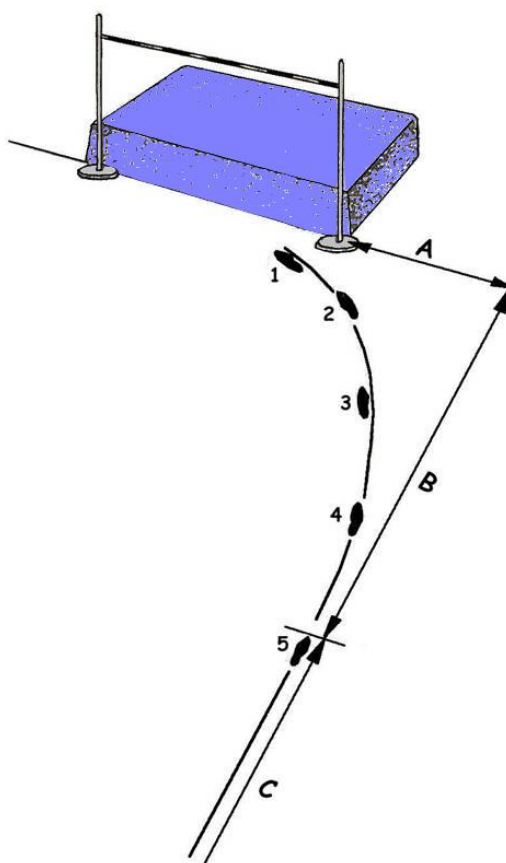


Figura 5. La carrera d'impuls en el Fosbury Flop.

2.1.1. Tècnica i ritme de la carrera d'impuls

En el seu conjunt, la carrera d'impuls es caracteritza per ser progressivament accelerada; el centre de masses de l'atleta ha d'estar el més alt possible desplaçant-se amb una trajectòria gairebé rectilínia i horitzontal al terra (Figura 6).

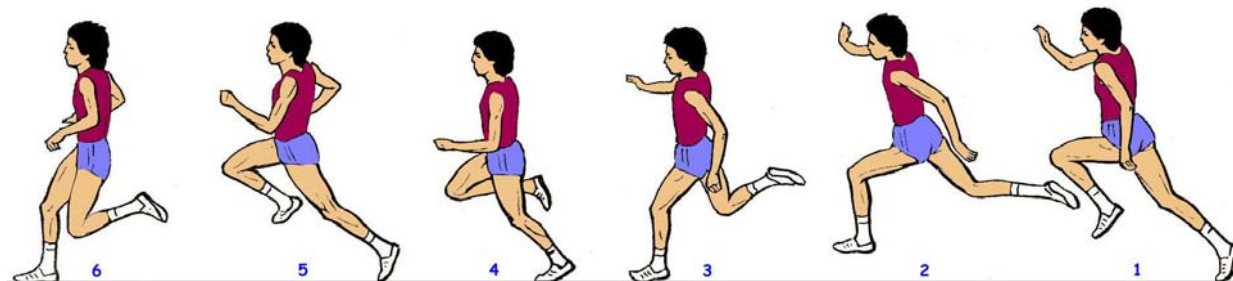


Figura 6. Model tècnic de la fase de la carrera d'impuls.

El saltador busca un suport metatarsià actiu abandonant el terra amb el taló molt alt (1); la cama realitza la seva embranzida per extensió completa del genoll i el turmell per retornar amb un moviment circular passant el taló prop del gluti (3-4). A partir d'aquí, la cama sobrepasa el maluc desplaçant-se el genoll endavant - lleugerament a dalt (4-5); i, a continuació, s'estén progressivament dirigint-se al terra endavant-enrere buscant la tracció (6). El sector escombrat per la gran palanca que forma la cadena d'impulsió, d'un recolzament al següent, ha de realitzar-se el més ràpidament possible. El tronc lleugerament inclinat endavant (1), permetent l'alineament peu-maluc-espatlla i els braços actuant alternats i coordinats amb les cames. Totes aquestes accions permeten l'assoliment d'una gran amplitud del pas (2) i la supressió de tot tipus de bloqueig i pèrdua de velocitat.

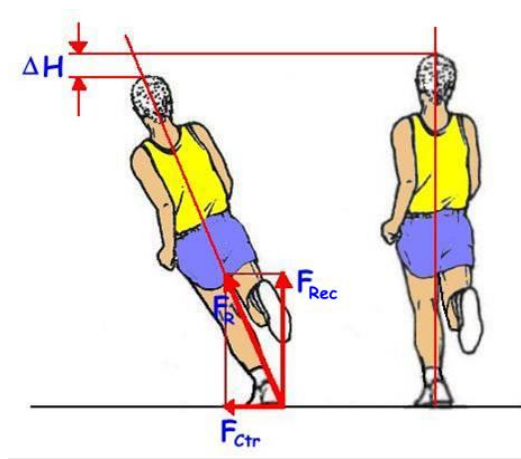


Figura 7. Inclínació lateral.

En la part rectilínia de la carrera, l'única força que actua sobre el C.M. de l'atleta en les fases de vol és la força d'atracció terrestre (pes d'atleta). I en les fases de contacte amb el terra, se suma la força de recolzament que impedeix, com a força contrària a la de l'atracció terrestre, que el C.M. s'enfonsi i, d'altra banda, facilita el desplaçament endavant.

En la part corba els atletes dirigeixen la mirada cap al llistó i, en tot moment, busquen que l'eix de les espatlles sempre estigui dirigit cap al centre de la corba mentre que el maluc de la cama interior a la corba (quan està lliure de recolzament) s'avança clarament a l'altre maluc. En aquesta part de la carrera, a més de la força d'atracció terrestre, apareix una altra força externa sobre el C.M. de l'atleta que actua de forma perpendicular a la direcció del moviment. Es tracta de

la força centrípeta (F_{Ctr}) (Figura 7). La resultant (F_R) entre la força de recolzament (F_{Rec}) i la força centrípeta té el seu origen en el peu de recolzament; per neutralitzar els moments angulars, aquesta resultant ha d'estar dirigida cap al C.M. de l'atleta. Per tant, en la part corba de la carrera el C.M. de l'atleta està més proper al centre de la corba que el peu de recolzament. D'aquí, la inclinació lateral característica de l'atleta cap a l'interior de la corba en el Fosbury flop, produïda instintivament per conservar l'equilibri i la velocitat de carrera, i que pot superar els 30° respecte a la vertical, sobretot en els recolzaments de la cama interior a la corba i, especialment, en el recolzament 3 (Figura 8).

Aquesta inclinació lateral provoca un descens del C.M. de l'atleta, la qual cosa representa un dels

avantatges d'aquesta tècnica. En el cas d'inclinacions de 20 a 30°, el descens oscil·la entre un 6 i un 13% de l'alçada del C.M. del saltador.

Taula 5.- Trajectòria del C.M al final de la carrera.

Direcció de l'últim pas	Trajectòria del C.M.		
	Penúlt. pas	Últim pas	Fase de vol
$29 \pm 5^\circ$	$51 \pm 5^\circ$	$40 \pm 5^\circ$	$36 \pm 5^\circ$

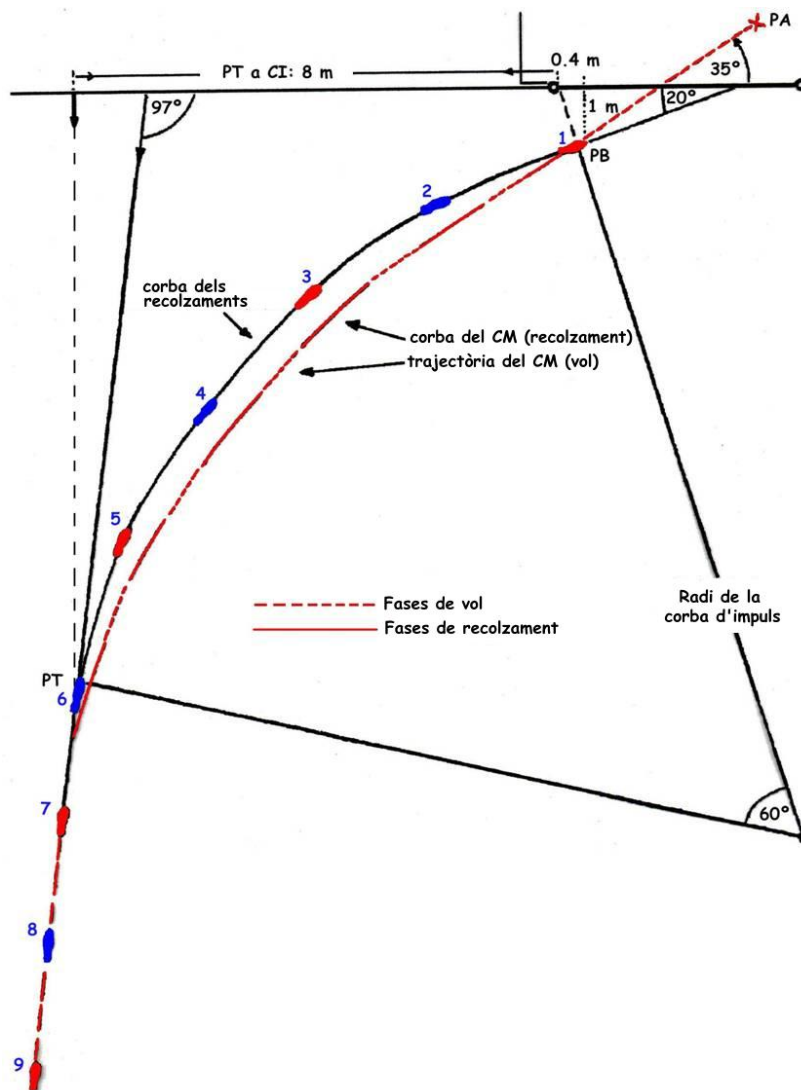


Figura 8. Carrera d'impuls i trajectòria del C.M de l'atleta.

Si les accions en la part rectilínia de la carrera condueixen a l'assoliment d'una bona amplitud del pas i té per objectiu l'obtenció d'una velocitat horitzontal òptima, en la part corba l'objectiu és preparar al saltador per a les accions que realitzarà en la batuda i en el vol.

La carrera en corba provoca d'una banda la inclinació lateral de l'atleta per neutralitzar el moment angular i, per una altra, un augment de la freqüència dels passos que ve produïda fonamentalment per una reducció dels temps de vol (sobretot en l'últim pas) (Figura 10). Com a conseqüència d'ambdues coses, es provoca una posada en tensió de la musculatura extensora de les cames així com una flexió més accentuada de la cama interior a la corba (Figura 9, 7), elements que afavoriran després una resposta més dinàmica durant la batuda.

A igual velocitat, com més petit sigui el radi de la corba, més gran serà la inclinació i la posada en tensió; d'aquí la importància d'adoptar un radi d'acord amb les possibilitats físiques de l'atleta.

En els millors atletes la freqüència de l'últim pas presenta valors que oscil·len entre 4.3 i 5 passos per segon (les dones, aproximadament 0.5 p/s més), augmentant d'1.0 a 1.2 p/s en relació al quart pas anterior a la batuda.

Taula 6.- Velocitat horitzontal del c.d.g (m/s), Freqüència (passos/s) i longitud del pas (m i % estatura) en els últims dos passos de carrera.

ATLETA	SALT	PENÚLTIM PAS				ÚLTIM PAS			
		Veloc. Hor.	Freqüència	Longitud del pas		Veloc. Hor.	Freqüència	Longitud del pas	
SOTOMAYOR	2.34	8.5	4.16	-	-	8.3	4.35	2.31	119
SJÖBERG	2.38	7.2	3.41	2.25	112	7.2	4.83	1.95	97
PAKLIN	2.38	8.5	3.57	2.44	137	6.9	4.40	2.18	113
AVDEYENKO	2.38	8.4	3.48	2.53	125	7.8	4.29	2.04	101
CONWAY	2.34	7.6	-	2.35	128	7.1	4.35	2.11	115
TRANHARDT	2.34 X	7.6	2.23	2.00	100	7.3	4.54	2.19	109
MÖGENBURG	2.38 X	8.0	3.70	1.96	98	8.0	5.00	2.20	109
KOSTADINOVA	2.09	7.8	4.69	1.76	98	7.5	4.54	2.01	112
BYKOVA	2.04	7.1	3.44	2.07	115	6.8	5.55	1.61	89
COSTA	2.02 X	6.6	3.84	1.95	109	6.7	5.18	1.61	90

La velocitat horitzontal del C.M. de l'atleta presenta una tendència òptima individual. Els saltadors d'elit manifesten, al final de la carrera, una velocitat horitzontal que oscil·la entre 7.0 i 8.5 m/s (les dones aproximadament 1 m/s menys).

No ha de confondre's la velocitat horitzontal del C.M. de l'atleta amb la velocitat dels passos (resultat del producte de la freqüència i la longitud dels passos).

En la Taula 6 apareixen els valors de la velocitat horitzontal, la freqüència i l'amplitud del penúltim i últim pas de la carrera corresponents d'alguns atletes d'alt nivell.

2.1.2. Els últims dos passos de la carrera d'impuls (Preparació de la batuda).

Utilitzant com a exemple la tècnica de grans especialistes, podem analitzar el comportament segmentari en la fase de carrera immediatament anterior a la batuda. És necessari l'aclariment que els comentaris es refereixen a un saltador que corre pel costat dret del saltòmetre i que, per tant, bat amb la cama esquerra.

Aquí s'inicia el moment culminant del salt (Figura 9), on l'atleta realitza una sèrie d'accions que transformaran la velocitat horitzontal del C.M. en velocitat vertical durant la batuda i es generaran els moments angulars necessaris per al franqueig. En efecte, la qualitat de l'enlairament depèn de la forma en què es realitzi el pas de l'antepenúltim (peu esquerre, 4) al penúltim recolzament (peu dret, 6) i, des d'aquest, a la batuda (11).

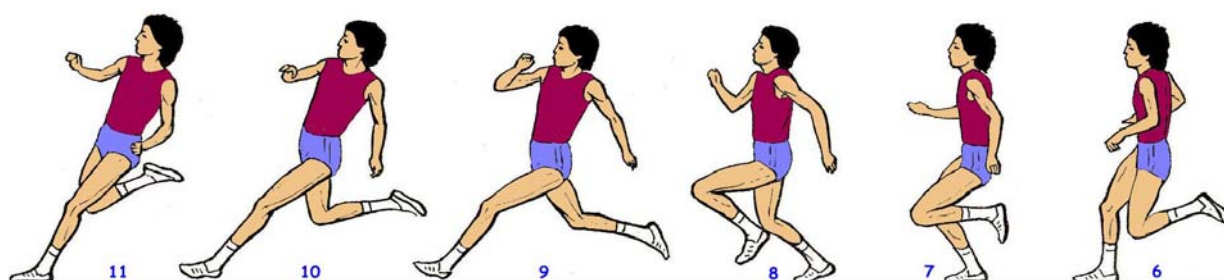
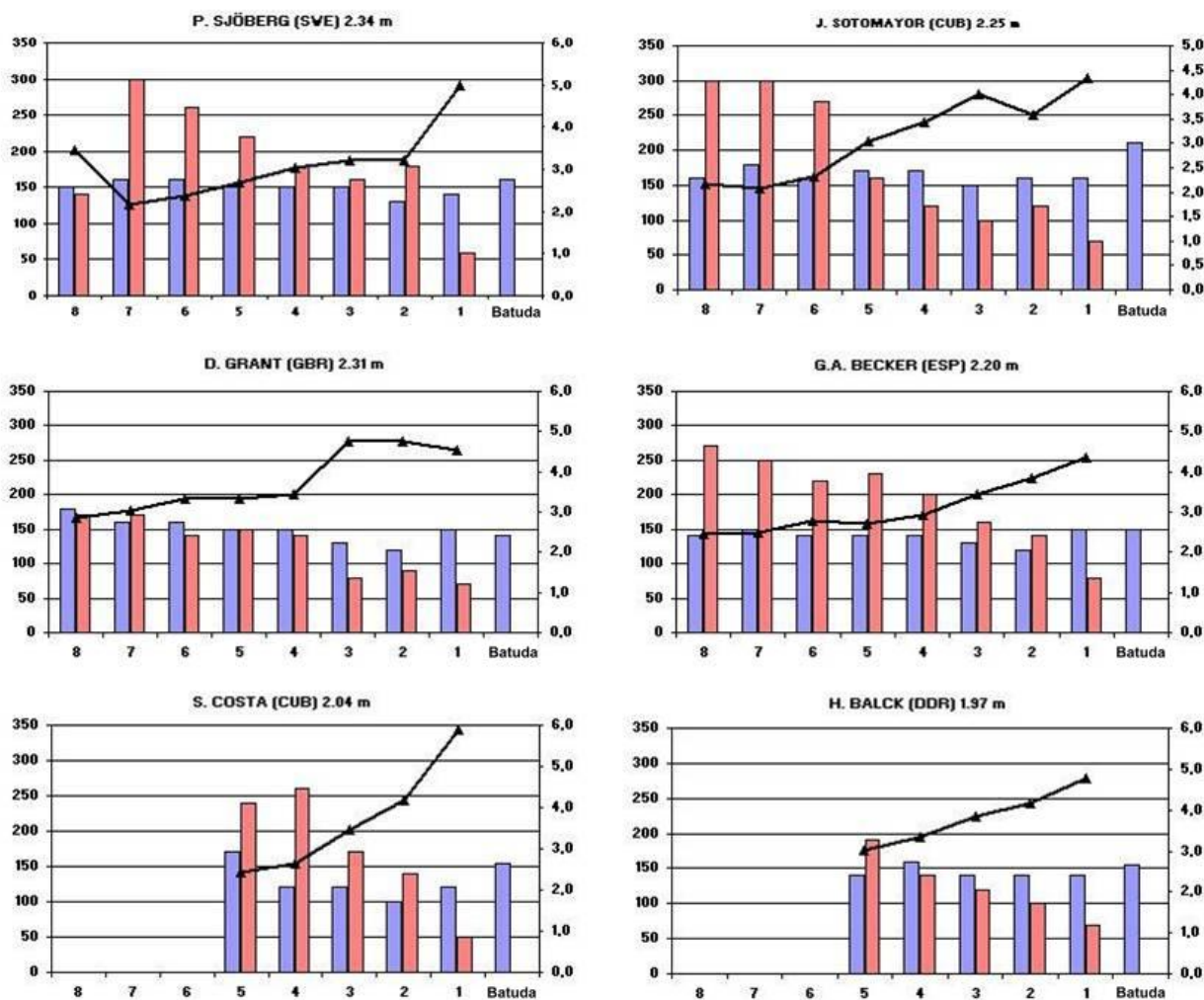


Figura 9. Model tècnic de la part final de la carrera d'impuls: preparació de la batuda..

Figura 10. Temps de recolzament (blau), temps de vol (rosa) i freqüència del pas (línia negra) d'alguns dels atletes participants en la V Copa del Món de Barcelona 1989 (J.C Álvarez i M. Vélez).



El contacte del peu dret, en el penúltim recolzament, és igual que en els anteriors de metatars o es fa amb tota la planta i una mica per davant de la vertical al genoll (6).

El tronc es troba menys inclinat endavant o pràcticament vertical, mantenint la inclinació a l'interior. La mirada fixa en el llistó. En aquest moment la pelvis ha d'estar relativament alta i avançada.

La cama esquerra (retrasada) després de flexionar-se més pel genoll, es dirigeix ràpidament endavant sense aproximar tant el seu taló al gluti (7).

Els braços ajuden activament, podent actuar de diferents formes, com ja veurem més endavant.

En acabar la fase d'amortiguació, la cama dreta aconsegueix la seva màxima flexió en aquest recolzament ($120 \pm 15^\circ$ en el genoll), iniciant-se a partir d'aquí la fase activa, trobant-se la cuixa esquerra pràcticament horitzontal al terra (8). La cama dreta s'estén ràpida i gairebé completament ($150 \pm 10^\circ$) portant els malucs endavant i quedant el tronc retrasat (9) (Taula 7).

És evident que durant la primera part d'aquest recolzament el saltador acumula energia per, a continuació, alliberar-la empenyent activament endavant, dirigint aquesta embranzida cap a l'articulació coxofemoral (8-9). L'activitat del moviment es mesura per la relació temporal entre les fases amortiguació i acceleració, que idealment ha de tendir a 1:2.

Taula 7.- Angle de l'articulació del genoll durant el penúltim recolzament de la carrera d'impuls.

Atleta	Salt	Angle del genoll (graus)		
		Aterratge	Amortiguació	Enlairament
SOTOMAYOR	2.34	128	108	130
PARTYKA	2.34	149	145	152
SJÖBERG	2.34	138	128	154
CONWAY	2.34	128	107	126
MATEI	2.41 x	152	118	155
FORSYTHE	2.34	141	118	155

No obstant això, no existeix una regla universal ja que uns atletes escurcen l'últim pas, mentre que uns altres l'allarguen; és possible que aquest aspecte depengui del nivell condicional específic dels saltadors. El fort impuls horitzontal de la cama dreta i la molt ràpida extensió de l'esquerra condueix a una marcada posició de "split" (9) aconseguint a més la inclinació enrere prèvia a la batuda. El pas endavant-abaix de la cama esquerra, unit al moviment endavant-amunt de la cama dreta (10) en l'argot tècnic rep el nom de moviment actiu de "tisoires". Es comprèn, per tant, el fet que el temps de vol d'aquest pas sigui pràcticament la meitat dels precedents.

Aquest acostament de les dues cames és una font suplementària d'acceleració especialment favorable per a la producció de la força específica del saltador que, com ja veurem, és una manifestació reflecta-elàstica-explosiva de la força.

2.2. LA BATUDA

L'objectiu de la batuda és coordinar les forces internes i externes (tant inercials com de rebot) per aconseguir la màxima velocitat vertical de sortida i generar les condicions que permetin el franqueig del llistó.

La cama de batuda fa contacte amb el terra gairebé estesa de forma molt dinàmica col·locant-se el peu (Figura 11), en la major part dels atletes, per la part externa del taló (peu en supinació) i passant ràpidament a planta i abandonarà el terra pel dit gros. L'eix longitudinal del peu forma un angle ($15 \pm 10^\circ$) amb la projecció del llistó, és a dir no coincideix amb la trajectòria de l'últim pas ($30 \pm 5^\circ$) ni amb la força horitzontal de reacció. És a dir, la col·locació del peu és molt més paral·lela al llistó que les altres dues. Atès que la força de reacció horitzontal que rep el peu des del terra, no està alineada amb el seu eix longitudinal, la força tendeix a rotar el peu cap a fora produint-se una hiperpronació del peu. Això força la part medial de l'articulació amb càrregues de tracció i produeix la compressió en la part lateral de l'articulació. Si la pronació és molt severa pot portar a la lesió del turmell. Això també ocasiona que el peu estigui menys recolzat per la vora externa i més per l'arc longitudinal (segons alguns investigadors això pot portar a la lesió del peu pròpiament dit).

El tronc presenta en aquest moment una inclinació lateral cap a l'interior de la corba de $20 \pm 5^\circ$ i una inclinació cap a enrere de $25 \pm 5^\circ$, ambdues respecte a la vertical (Figura 12, 11). Tota la musculatura del saltador es troba molt "compacta" igual que en els últims recolzaments de la carrera d'impuls.

A partir del contacte, la cama inicia l'amortiguació aconseguint el genoll una flexió òptima ($140 \pm 5^\circ$) individual de treball per a la musculatura de salt, mentre que la cama lliure (dreta) passa ràpidament flexionada endavant-amunt (12 i 13). La pelvis, col·locada en retroversió, no ha d'enfonsar-se. L'angle format per la cuixa esquerra amb el tronc ha de ser lleugerament inferior a 180° el que unit al moviment del cos endavant (no endavant-amunt), accelera la fase d'amortiguació i augmenta, per tant, el rendiment en la fase activa de la batuda.

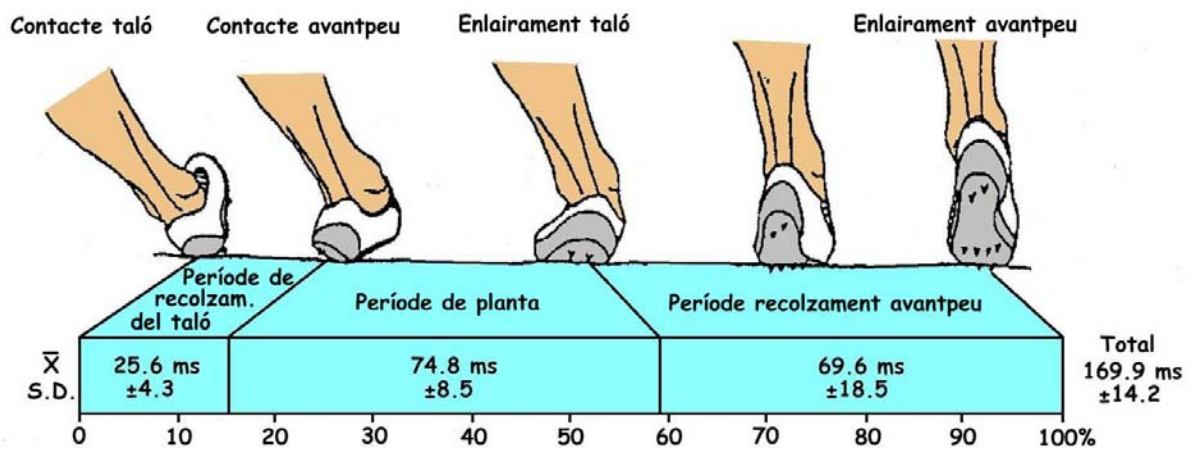


Figura 11. Col·locació del peu de batuda.

En la fase activa de la batuda, la cama esquerra s'estén en l'ordre maluc-genoll-turmell (13). Com més gran és el nivell de rendiment de l'atleta, menys canvien durant la batuda les característiques angulars de les articulacions coxofemoral i del genoll. Això ens porta a la conclusió que el progrés en els resultats està lligat a la reducció de la fase d'amortiguació de la batuda i a un augment en el treball d'extensió d'ambdues articulacions. En relació a això, creix la importància del treball de flexo-extensió (amplitud i velocitat articular) de l'articulació tibio-tàrsica.

La cama lliure flexionada segueix impulsada amb gran velocitat des del maluc cap endavant-amunt, movent-se el tronc i els braços amb aquesta mateixa trajectòria (14). Inicialment, la utilització activa dels braços i de la cama lliure augmenta la pressió sobre la cama; després amb la seva elevació i posterior bloqueig, redueixen aquesta càrrega.

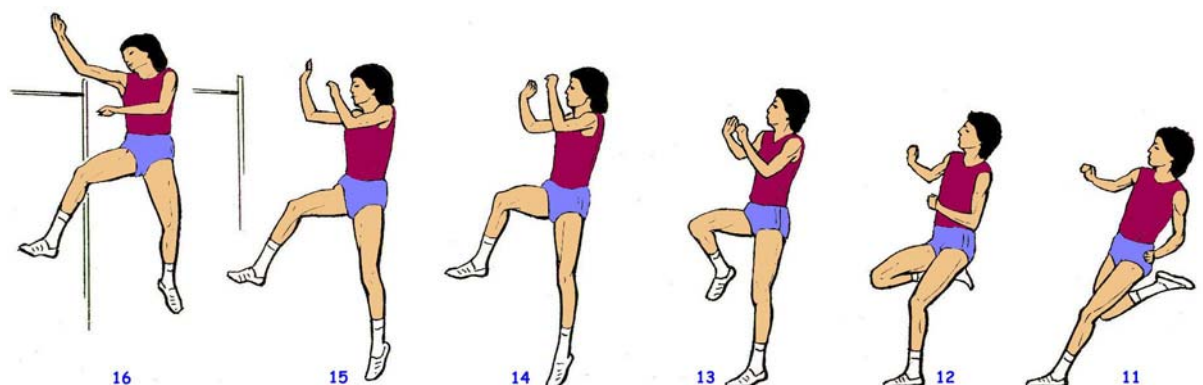


Figura 12. Model tècnic de la fase de batuda.

Poden observar-se dos tipus extrems d'utilització de la cama lliure: en pèndol curt i en pèndol llarg (Figura 13). En el primer cas, el taló passa prop del glutí, sent aquesta acció molt més ràpida i imprimint a més una embranzida "extra" en el saltador. En l'acció de pèndol llarg, el recorregut del peu lliure és més llarg, augmenta el temps de batuda i es desenvolupa un considerable moment sobre el quàdriceps, sent més difícil transferir aquesta força concèntrica al salt.



Figura 13. Tipus de pendul en l'acció de la cama lliure.

També es poden observar diferents variants tècniques del moviment dels braços utilitzades pels millors saltadors del món en la preparació i execució de la batuda:

a) Tècnica doble de braços en dos passos:

En l'antepenúltim recolzament (peu esquerre) el braç dret es queda davant. En iniciar-se el penúltim recolzament (peu dret), el braç esquerre també va endavant. En la fase d'amortiguació d'aquest recolzament, els braços prenen impuls mitjançant un moviment circular enrere, apartant-se lateralment del cos. Durant la fase accelerant de la batuda els dos braços flexionats pels colzes són conduïts amb força endavant-amunt, bloquejant-se quan les mans superen lleugerament el cap (Figura 14).

b) Tècnica doble de braços en un pas:

En la fase aèria del penúltim pas, el braç dret no oscil·la endavant coordinat amb la cama de recolzament, sinó que es manté darrere. En el penúltim recolzament i durant la fase de vol posterior, tots dos braços estan per darrere del cos i aniran plegats, primer abaix-endavant i, després, endavant-amunt durant la batuda (Figura 14).

c) Tècnica a un braç:

L'acció de braços és la mateixa que en carrera, però molt activa. En col·locar la cama de batuda (esquerra), el braç dret es troba avançat i l'esquerre retasat. Al final de la fase d'amortiguació de la cama de batuda, el braç i l'espatlla drets executen un moviment amunt-endavant i estan més alts que el braç esquerre que es creua per davant del pit en direcció a l'espatlla contrària.

d) Tècnica de contrabalanceig de braços:

L'atleta arriba a la batuda amb els braços alternats en la mateixa acció que durant la carrera. En la fase accelerant de la batuda l'eix de les espatlles oscil·la en sentit contrari a l'eix dels malucs; el braç proper al llistó descendeix lateralment al llarg del cos, mentre que el braç allunyat s'eleva flexionat pel colze i creuant davant del pit cap a l'espatlla contrària per, en la fase de vol, col·locar-se també lateralment al cos (Figura 14).

Qualsevol de les dues variants d'acció doble de braços és més efectiva que les altres possibilitats. D'una banda, aquestes variants no s'oposen a la rotació entorn de l'eix longitudinal del cos tal com succeeix en el contra balanceig; per un altre, l'alçada del C.M. de l'atleta en l'enlairament és major. També s'ha d'esmentar que la típica exigència que fan els entrenadors als seus atletes que "l'espatlla propera al llistó hauria d'estar més alta o a la mateixa alçada de la que es troba més allunyada", ha de prendre's més com una intenció de l'atleta que qualsevol altra cosa, ja que rarament es compleix.

L'activitat dels braços sol quantificar-se per la velocitat relativa d'aquests respecte al tronc de l'atleta. En qualsevol de les tècniques utilitzades, el braç més allunyat del llistó (5.3 ± 0.8 m/s) és més actiu que l'altre braç (2.9 ± 1.2 m/s).

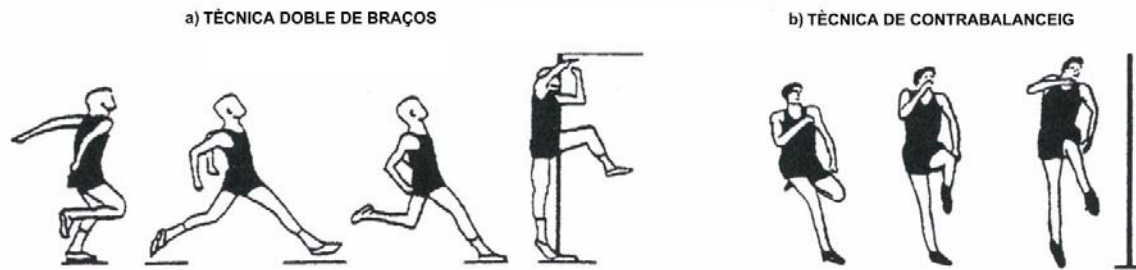


Figura 14. Algunes variants tècniques de l'acció de braços.

La durada de la batuda està determinada pel moviment dels elements de balanceig. Les batudes en els atletes amb una tècnica caracteritzada per una acció doble de braços i un gran pèndol de cama lliure mostren temps de contacte que van de 170 a 230 mil·lisegons, mentre que els caracteritzats per una acció simple de braços i un pèndol curt de cama lliure, mostren temps de batuda que van de 130 a 180 mil·lisegons.

El punt de batuda dependrà del tipus de paràbola a obtenir (velocitat horitzontal, angle d'aproximació, alçada del llistó, etc.) i, per tant, serà tractat més endavant.

La batuda acaba amb una extensió completa (maluc-genoll-turmel·l) de la cama esquerra i l'assoliment d'una posició del cos el més vertical possible sobre el recolzament (14, alineament de sortida). En aquest moment, la majoria dels saltadors actuals mostren una cama lliure oberta (l'angle del genoll és major de 90°).

2.2.1. Importància dels últims tres recolzaments.

Ja s'ha comentat que els tres últims recolzaments juguen un paper vital en el salt. És important retenir que a mesura que evoluciona el mestratge de l'atleta, aquests tres recolzaments es van realitzant cada vegada més propers a un mateix eix (Figura 15 a). Aquesta acció evita una rotació prematura sobre l'eix longitudinal de l'atleta i una major oscil·lació de la cama lliure, així com un estirament òptim davant la col·locació del peu de batuda. Aquest és el problema del debutant, que obre el recolzament del peu dret per permetre el pas ràpid de la cama de batuda i provocar abans la rotació longitudinal d'esquena al llistó (Figura 15 b).

Resumint, el penúltim recolzament (peu dret) ha de:

- Aproximar-se a l'eix format pels recolzaments antepenúltim i de batuda;
- Resistir la tensió per evitar l'enfonsament;
- Ser molt actiu per permetre el pas ràpid del maluc i, al mateix temps, continuar amb l'increment de la freqüència, molt important durant els tres últims recolzaments.

L'observació de les Figures 9 i 12, permet constatar que després dels dos últims recolzaments i com a conseqüència de l'embranchada, la cama de batuda va lluny endavant, estesa, abans del contacte amb el terra (8) per ràpidament posar-se amb un moviment d'amunt-abaix (9). Produint-se una tensió important de la musculatura extensora de la cama que resisteix la pressió; el maluc col·locat com a agent de transmissió evita qualsevol trencament de l'eix longitudinal del cos (12).

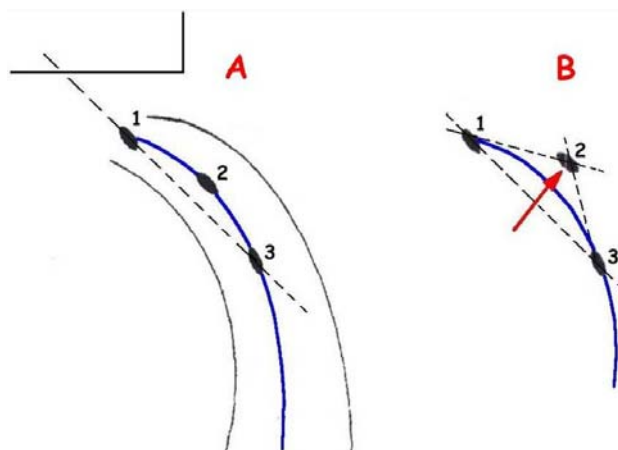


Figura 15. Col·locació dels tres últims recolzaments.

2.3. EL VOL I EL FRANQUEIG

Durant el vol, la trajectòria del C.M. de l'atleta i els moviments rotacionals han quedat fixats per les accions realitzades durant la batuda; no obstant això, mitjançant la col·locació adequada dels diferents segments corporals i les corresponents modificacions de les masses parcials, a banda i banda del llistó, és possible, almenys en teoria, que l'atleta realitzi un franqueig vàlid amb el seu C.M. per sota del llistó. L'atleta abandona el terra mantenint la posició final de la batuda amb la cama de recolzament estesa i la lliure flexionada (Figura 16). El tronc presenta en aquest moment una inclinació lateral cap al llistó de $8 \pm 5^\circ$ i una inclinació cap a enrere de $5 \pm 5^\circ$, ambdues respecte a la vertical (14).

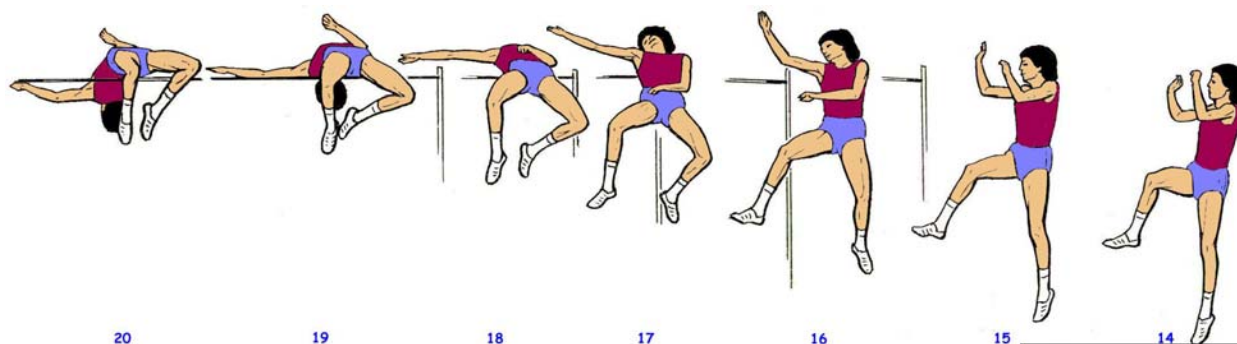


Figura 16. Model tècnic de la fase de vol/franqueig, primera part.

El braç i l'espatlla drets segueixen el seu moviment endavant-amunt. El braç esquerre comença un moviment de descens per anar col·locant-se lateralment al tronc i el cap s'inclina cap al clatell (16). Un bon saltador d'alçada manté molt temps la cama lliure al costat del maluc enfront del llistó i cerca, d'altra banda, conservar les dues espatlles en un mateix pla per retrasar la rotació longitudinal necessària per franquejar el llistó; el pas lliure davant del maluc és suficient per crear aquesta rotació. Resumint, durant la batuda i la fase final del vol, el cap i els segments lliures guien l'orientació del salt. Al final de la fase d'ascens, es relaxa la cama lliure, la qual cosa permet que s'apropi la cama de batuda i comenci la fase de franqueig, d'esquena al llistó (17). La relaxació de la cama lliure i el descens del braç esquerre impliquen un descens de masses parcials, de tal manera que la resta del cos es beneficia de l'elevació corresponent.

En el franqueig, les espatlles descendeixen a l'altre costat del llistó i els genolls s'eleven per oposició,

permetent així la rotació al voltant del llistó (18). A més, les espatlles s'apropen una mica al llistó al mateix temps que ho fan les cames per compensació de masses (19, "arqueig"), la qual cosa permet una acceleració de la rotació al voltant de l'eix transversal del cos del saltador (Figura 16). A continuació, el cap s'apropa al pit i, en el moment oportú, prèvia "retenció", les cames s'estenen impulsant-se cap al tronc (22, "desarqueig").

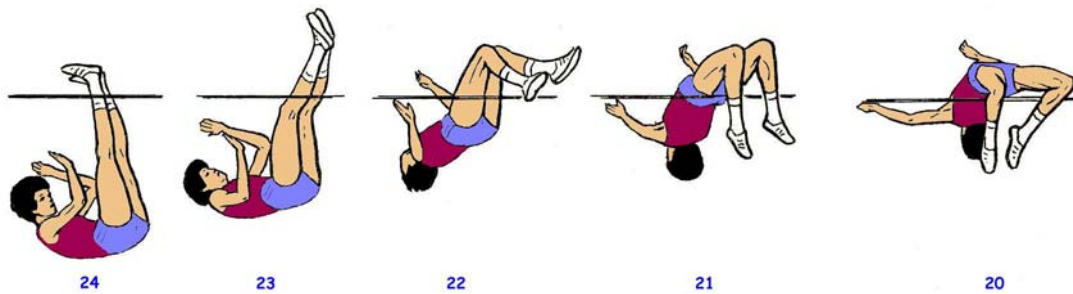


Figura 17. Model tècnic de la fase de vol/franqueig, segona part.

El vol i les rotacions necessàries per al franqueig del llistó depenen molt del comportament de l'atleta durant la batuda; quan en aquesta fase, el redreçament es realitza correctament, els diferents segments corporals de l'atleta van animats d'una velocitat lineal creixent en la direcció del peu de recolzament – cap (Figura 18); continuant amb moviments de tipus rotatori en abandonar el terra: moments angulars endavant (L_{END}) i lateral (L_{LAT}). A més, l'atleta ha de generar una altra rotació al voltant del seu eix longitudinal (L_Z) per quedar d'esquena al llistó, la qual cosa aconsegueix principalment mitjançant l'acció de la cama lliure.

Pràcticament, els moments angulars esmentats han de produir-se durant la fase de batuda ja que és impossible generar-los després de perdre el contacte amb el terra. Alguns factors poden afectar en certa mesura les rotacions; per exemple, es pot augmentar la velocitat de rotació d'algunes parts del cos, reduint la d'unes altres. També pot variar la rotació modificant el moment d'inèrcia; quan l'atleta apropa les extremitats al seu C.M., el moment d'inèrcia és petit, la qual cosa augmenta la velocitat de rotació (i a l'inrevés).

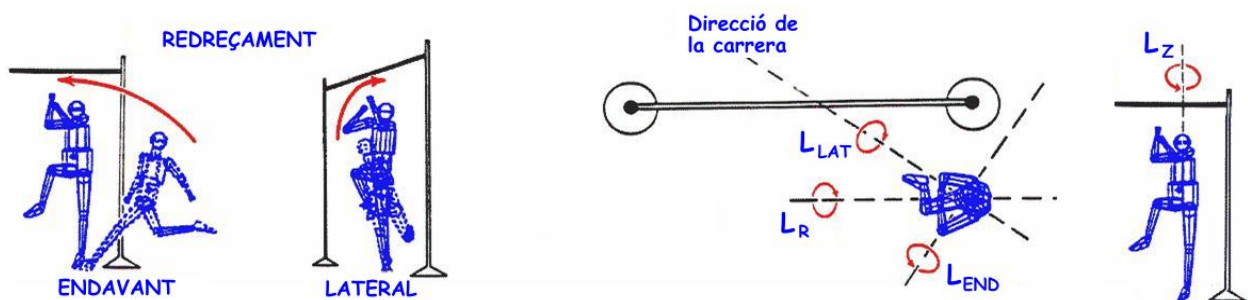


Figura 18. Redreçament i Moments angulars (Dapena, 1980).

Els saltadors amb una gran inclinació cap a enrere a l'inici de la fase de batuda poden no ser capaces d'aconseguir la magnitud del moment angular endavant en abandonar el terra com succeeix en altres saltadors. El moment angular endavant pot veure's afectat per l'acció dels braços i la cama lliure. El balanceig dels braços i de la cama lliure pot ajudar a l'atleta a aconseguir més alçada, però generalment això també implica que es generin rotacions cap a enrere d'aquests membres que, al seu torn, poden reduir el moment angular endavant del cos.

Els atletes amb una excessiva inclinació lateral cap a l'interior de la corba a l'inici de la fase de batuda,

poden no ser capaces d'obtenir un òptim moment angular lateral en abandonar el terra, com succeeix en altres saltadors que presenten una inclinació lateral més moderada.

Petits recorreguts angulars de reincorporació del tronc enrere-endavant i/o lateral (interior-exterior de la corba) durant la fase de batuda poden incrementar el moment angular i també reduir la velocitat vertical d'enlairament al final de la batuda; reduint-se, en conseqüència, l'alçada de vol del C.M. de l'atleta.

Durant la batuda, un llançament exagerat de la cama lliure cap a l'interior de la corba predetermina la utilització d'un pèndol llarg de cama lliure, disminuint el moment angular endavant i augmentant el moment angular lateral, la qual cosa perjudica la velocitat vertical i, per tant, l'alçada de vol.

Tenint en compte tot l'anterior, els saltadors han de buscar una relació adequada entre ascensió (velocitat vertical) i rotació (moments angulars).

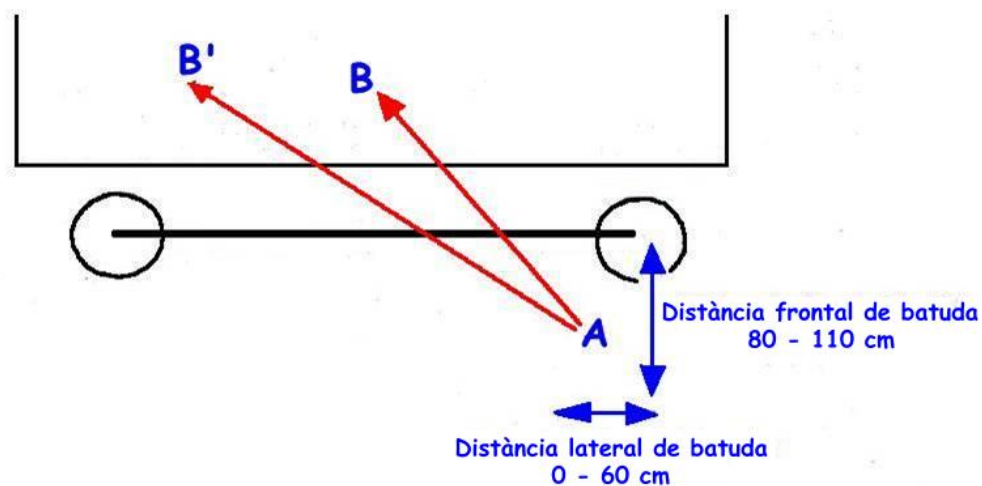


Figura 19. Punt de batuda i paràbola de vol.

És evident que una paràbola de vol llarga requereix d'un punt de batuda més allunyat del saltòmetre que una paràbola curta. En la Figura 19 apareixen dos exemples de trajectòries. El punt A és el de batuda i els punts B i B' els de aterratge d'una paràbola curta i una altra llarga, respectivament. També apareixen els límits de la distància frontal de batuda (DF) i de la distància lateral de batuda (DL) normals. La distància frontal de batuda s'ajusta al nivell condicional i tècnic de cada atleta. Aquesta distància varia d'un atleta a un altre i ha de permetre aconseguir el punt alt de la paràbola de vol en la vertical del llistó.

La distància lateral de batuda ha de ser inferior a 1 metre per diverses raons. La primera és que l'atleta hauria de franquejar per la part central del llistó que és on està més baix a causa de la flexibilitat dels llistons de fibra. La segona és que, si l'atleta frega el llistó en la seva part central, les vibracions es reparteixen de forma equitativa cap als dos extrems, sent menys probable que es caigui en comparació d'altres casos. I, per últim, com més gran sigui la distància lateral, majors possibilitats que l'atleta aterri fora del matalàs, amb el consegüent risc per a la seva integritat física. En l'entrenament amb els joves, amb tota seguretat, en la majoria dels casos l'entrenador o monitor es veurà obligat a limitar la zona de batuda col·locant objectes en la part central davant dels saltòmetres.

Ja que l'objectiu és el franqueig del llistó. La projecció vertical del punt més alt de la paràbola de vol del C.M., ha de coincidir amb el llistó. Si no és així, hem de corregir el punt de batuda, modificant el punt d'inici de la carrera (sempre suposant que la resta de les accions tècniques són correctes). En la Figura 20 podem observar tres casos diferents.

En el cas A, l'altura màxima del C.M. s'aconsegueix una vegada s'ha sobrepassat el plànol del saltòmetre; en aquest cas la batuda s'ha realitzat "ficada" i, per corregir-ho, caldrà "retrasar" l'inici de la carrera. En el cas B, el punt alt coincideix amb la vertical del llistó; pel que el punt de batuda és el correcte. I, finalment, en el cas C el punt alt del C.M. s'aconsegueix abans d'arribar al plànol vertical del saltòmetre; és a dir, s'ha batut lluny i, per corregir-ho, l'atleta haurà d'avançar la referència d'inici de la carrera d'impuls.

Resumint, les causes més comunes d'un franqueig inefectiu són:

- insuficient moment angular,
- descoordinació en l'arqueig-desarqueig i
- un punt de batuda erroni.

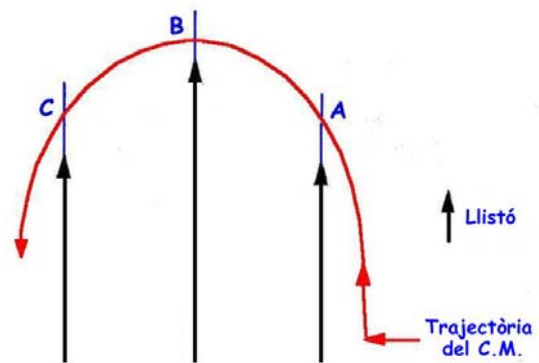


Figura 20. Punt alt del C.M de l'atleta.

3. UBICACIÓ DE L'ENTRENADOR EN LA ZONA DE SALTS PER A LA OBSERVACIÓ DEL TREBALL TÈCNIC.

Els entrenadors experimentats poden observar la qualitat de l'execució del gest tècnic des de molts punts de la zona de salts i, per tant, des de diferents perspectives. Però, fonamentalment, són tres els punts d'ubicació de l'entrenador per a l'observació del treball tècnic en el saltòmetre (Figura 21):

- A - Prolongació del llistó.
- B - Prolongació del diàmetre de la corba.
- C - Prolongació de la línia que passa per l'últim i antepenúltim recolzament.

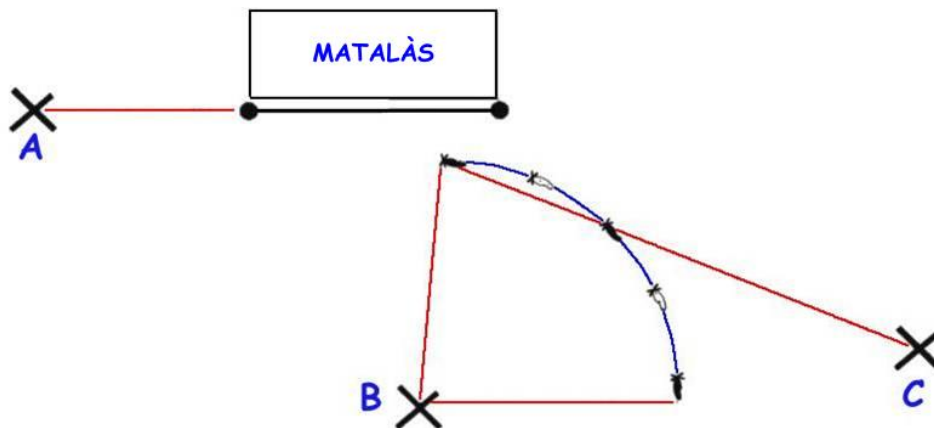


Figura 21. Punts d'ubicació de l'entrenador per a l'observació del treball tècnic.

Des de cadascun d'aquests punts poden observar-se, per citar alguns, els següents aspectes:

- Des de A: Col·locació de l'atleta en el punt alt de la paràbola de vol en relació a la vertical del llistó. Inclínació lateral a l'inici de la batuda. Verticalitat del saltador en l'enlairament.
- Des de B: Tècnica general d'execució de la carrera d'impuls. Inclínació endavant-endarrere. Amplitud del pas. També, si l'atleta franqueja o no pel centre del llistó.
- Des de C: Col·locació del penúltim recolzament en relació a la trajectòria de la corba teòrica. Inclínació lateral.

4. ESTABLIMENT DE LA CARRERA D'IMPULS

Pràcticament, tots els entrenadors dedicats a l'especialitat del salt d'alçada estan d'acord en la importància que té la carrera d'impuls per a una realització eficaç de les fases de batuda i franqueig. Per a l'assoliment dels resultats que potencialment evidencien els atletes, és determinant l'establiment individualitzat de la carrera.

En la bibliografia es poden trobar valors orientatius per determinar les característiques de la carrera d'impuls, basades totes elles en observacions i enquestes a saltadors d'alt nivell. L'establiment de la carrera es duu a terme seguint ordenadament tres passos:

- 1) Determinació del punt de batuda.
- 2) Determinació de la corba.
- 3) Determinació del punt d'inici de la carrera.

4.1. DETERMINACIÓ DEL PUNT DE BATUDA

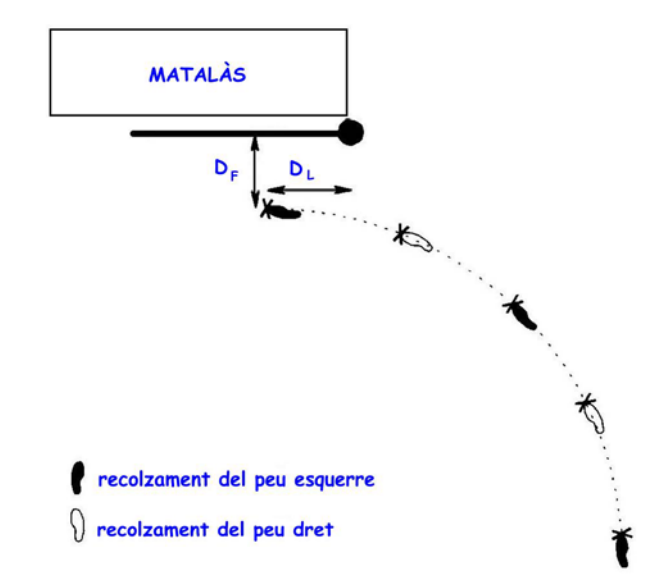


Figura 22. Últims recolzaments de la carrera d'impuls.

La distància lateral (DL, Figura 22) no hauria de superar 1 metre mesurat des del saltòmetre més proper i en direcció cap a l'altre saltòmetre, per diverses raons. La primera és que l'atleta hauria de franquejar per la part central del llistó que és per on està més baix, sobretot amb els actuals llistons de fibra que són molt flexibles, arribant a ser la diferència amb els extrems de 2 a 3 cm. La segona és que, si l'atleta frega el llistó en la seva part central, les vibracions es reparteixen de forma equitativa cap als dos extrems, sent menys probable que caigui en comparació d'altres casos. I, finalment, com més gran sigui la distància lateral, majors possibilitats que l'atleta aterri fora del matalàs, amb el consegüent risc per a la seva integritat física.

En l'entrenament de principiants, amb tota seguretat, en la majoria dels casos l'entrenador es veurà obligat a limitar la zona de batuda col·locant objectes en la part central davant dels saltòmetres. La distància frontal (DF) s'ajusta al nivell condicional i tècnic de l'atleta. Aquesta distància varia entre 60 i 120 cm i ha de permetre-li a l'atleta aconseguir el punt alt de la seva paràbola de vol en la vertical del llistó.

4.2. DETERMINACIÓ DE LA CORBA

El radi de la corba hauria d'augmentar amb la velocitat de carrera i depèn del nivell físic-tècnic de l'atleta. La proporció entre el quadrat de la velocitat de carrera i el radi de la corba utilitzada per un atleta determina el grau d'inclinació lateral. Això pot expressar-se mitjançant la fórmula: $q = v^2/r$.

Com més gran és el valor de "q", major és la inclinació de l'atleta. Jugant amb les variables velocitat i radi put, per tant, augmentar o disminuir la inclinació.

El valor de "q" per a atletes d'elit és:

dones: $4.8 \pm 1.0 \text{ m/s}^2$

homes: $6.8 \pm 0.8 \text{ m/s}^2$

Coneixent la velocitat al final de la carrera d'impuls, la ubicació del punt de batuda i l'angle d'entrada, és possible calcular la corba que satisfà tots aquests requisits (Dapena i col., 1997).

Des d'un punt de vista pràctic, com a velocitat final de carrera podem prendre el 80% de la velocitat mitja assolida en 20 metres llançats (altres 20 m).

El radi de la corba es calcula segons les fórmules anteriors, coneixent la velocitat final de carrera i "q".

Per saber la direcció final dels dos últims recolzaments, marquem amb guix en el terra el lloc on els realitza l'atleta. A partir d'aquí podem mesurar les distàncies frontals i laterals d'aquests recolzaments i calcular l'angle d'aquesta trajectòria pel que fa al llistó:

$$\text{Tangent de l'angle} = (DF2 - DF1) / (DL1 - DL2)$$

Taula 8: Valors de "j".

Direcció final de la trajectòria de les dues últimes trepitjades	Valor de la distància "j"
10°	1.75 m
15°	2.70 m
20°	3.65 m
25°	4.65 m
30°	5.75 m
35°	7.00 m

L'arctangent del valor numèric que obtinguem d'aquesta operació ens retorna el valor de l'angle en graus.

A continuació hem de trobar la distància "j" que és necessària per al càlcul del centre de la corba en relació al punt de batuda i que pot obtenir-se de la Taula 8.

Des del punt de batuda (suposant que sigui correcte) és mesura la distància "j" en direcció al saltòmetre més allunyat i en paral·lel al llistó. Des del nou punt, perpendicular al llistó, és mesuren 10 m. I és tanca el triangle. Sobre aquesta hipotenusa és troba el centre de la corba. Que pot marcar-se el terra, mesurant el valor del radi calculat des del punt de batuda (Figura 23).

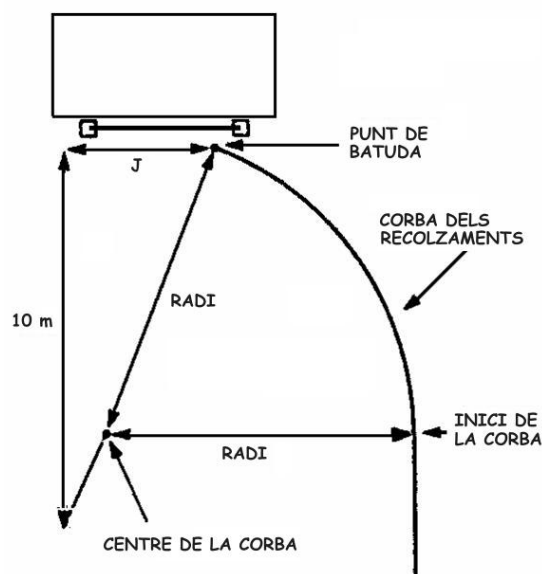


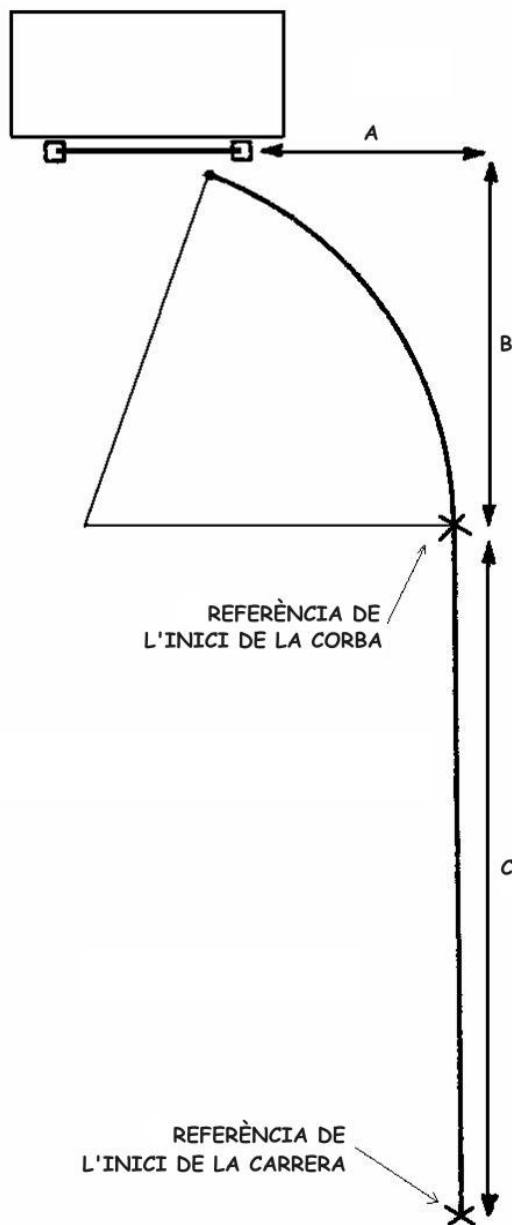
Figura 23. La corba de la carrera d'impuls.

4.3. DETERMINACIÓ DEL PUNT D'INICI DE LA CARRERA

La part rectilínia de la carrera es troba sobre la prolongació tangencial a la part corba que hem traçat abans.

Hem de tenir en compte les següents possibilitats:

a) Si es realitzen 3 o 4 passos en corba, la part rectilínia de la carrera i la prolongació del llistó han de formar un angle major de 70° i menor de 90° (o el que és el mateix, l'inici de la carrera ha d'estar de 0.30 a 1.20 m obert en relació a la trajectòria perpendicular a la prolongació del llistó).



b) Si es realitzen 4 o 5 passos en la corba, la part rectilínia és completament perpendicular a la prolongació del llistó.

En qualsevol de les dues possibilitats indicades, s'ha de triar el punt inicial de carrera mitjançant l'execució de proves-assajos, ja que aquest depèn de l'amplitud de pas de l'atleta.

4.4. REPRESENTACIÓ DEFINITIVA DE LA CARRERA D'IMPULS

En la Figura 24 apareixen les mesures definitives que han de prendre's tant per a l'entrenament com per a la competició.

L'atleta, normalment, mesura en peus les distàncies A, B i C. Marcant les referències d'inici de la carrera i de corba amb cinta adhesiva.

Figura 24. Representació definitiva de la carrera d'impuls.

5. ASPECTES BIOMECÀNICS DEL SALT D'ALÇADA

L'anàlisi del salt d'alçada fonamentalment suposa dos passos:

- 1) Identificar els factors que influeixen en el rendiment i
- 2) determinar la importància relativa de cadascun d'ells.

El salt d'alçada té com a objectiu superar un llistó col·locat a una determinada alçada. La premissa fonamental per a la consecució d'aquest objectiu és l'assoliment d'una alçada "suficient" del c.d.g. en la seva paràbola de vol, però en aquelles condicions en què el franqueig sigui possible.

Des del punt de vista biomecànic, Hay (1973) i uns altres han establert que la fase de batuda i la fase de vol poden descompondre's en les següents alçades parcials (Figura 25):

- H_0 : alçada del C.M. del saltador en el moment del primer contacte amb el terra en la batuda;
- H_1 : (Alçada de batuda) l'alçada del C.M. en l'instant de l'enlairament;
- H_2 : (Alçada de vol) la diferència entre la màxima alçada del C.M. i H_1 ;
- H_3 : (Eficàcia del franqueig) alçada sobre el llistó; la diferència entre la màxima alçada del C.M., i l'alçada del llistó;
- ΔS_z : recorregut vertical d'acceleració del C.M. (la diferència entre H_1 i H_0).
- $H_{m\grave{a}x}$: alçada màxima del C.M. de l'atleta.
- H_L : alçada a la qual està col·locat el llistó.

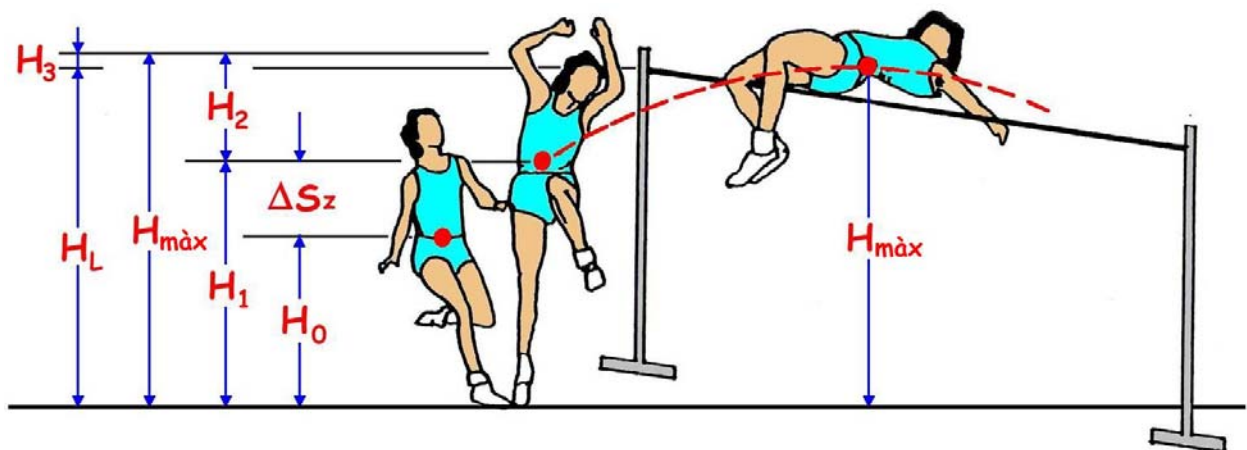


Figura 25. Alçades relatives del C.M.

Aquestes alçades parcials poden relacionar-se entre si mitjançant les següents equacions:

$$\begin{aligned}
 H_L &= H_{m\grave{a}x} - H_3 \\
 H_L &= H_1 + H_2 - H_3 \\
 H_L &= H_0 + \Delta S_z + H_2 - H_3
 \end{aligned}$$

L'anàlisi de la mitjana d'aquestes dades referents als Jocs Olímpics de Barcelona (1992) permet una primera valoració de les alçades parcials (Taula 11): en el cas dels homes, H_1 i H_2 representen el 59.6 i el 40.4%, respectivament, de l'alçada màxima assolida pel C.M. de l'atleta en la seva paràbola de vol.

Taula 9: Contribucions relatives a l'alçada màxima del C.M a Barcelona-92. Mitjana dels finalistes.

	HOMES (n = 10)		DONES (n= 8)	
	mitjana	% $H_{m\grave{a}x}$	mitjana	% $H_{m\grave{a}x}$
$H_{m\grave{a}x}$	2.35 ± 0.06	100	1.98 ± 0.04	100
H_1	1.40 ± 0.05	59.6	1.28 ± 0.03	64.6
H_2	0.95 ± 0.07	40.4	0.70 ± 0.05	35.4
HL	2.32 ± 0.03		1.95 ± 0.04	
Alçada	1.92 ± 0.06		1.80 ± 0.03	
H_0	0.94 ± 0.06		0.93 ± 0.02	
ΔSz	0.46 ± 0.03		0.35 ± 0.03	
H_3	0.03 ± 0.04		0.02 ± 0.03	

Taula 10: Característiques mitjanes dels finalistes en Jocs Olímpics.

	MARCA (m)	ALÇADA (m)	PES (Kg)	Coef. P/E (g/cm)	Edat (anys)
H O M B R E S					
Moscou-80	2.27 ± 0.05	1.92 ± 0.04	81 ± 5	420 ± 25	22 ± 2
Los Ángeles-84	2.31 ± 0.03	1.93 ± 0.08	77 ± 7	397 ± 28	24 ± 4
Seúl-88	2.34 ± 0.03	1.94 ± 0.08	76 ± 6	393 ± 21	25 ± 3
Barcelona-92	2.32 ± 0.03	1.92 ± 0.06	75 ± 6	389 ± 26	24 ± 2
Atlanta-96	2.34 ± 0.03	1.91 ± 0.05	73 ± 5	383 ± 25	25 ± 2
Sydney-00	2.32 ± 0.02	1.91 ± 0.07	78 ± 6	406 ± 17	27 ± 4
Atenes-04	2.33 ± 0.03	1.93 ± 0.06	78 ± 4	404 ± 14	26 ± 3
Pekín-08	2.31 ± 0.04	1.92 ± 0.06	79 ± 6	410 ± 21	26 ± 5
M U J E R E S					
Moscou-80	1.92 ± 0.03	1.77 ± 0.05	61 ± 5	346 ± 27	24 ± 4
Los Ángeles-84	1.95 ± 0.04	1.77 ± 0.05	61 ± 5	342 ± 20	26 ± 4
Seúl-88	1.95 ± 0.05	1.79 ± 0.06	61 ± 6	340 ± 20	26 ± 4
Barcelona-92	1.95 ± 0.04	1.80 ± 0.03	62 ± 4	344 ± 18	25 ± 3
Atlanta-96	1.99 ± 0.03	1.77 ± 0.04	60 ± 4	341 ± 22	28 ± 2
Sydney-00	1.98 ± 0.03	1.82 ± 0.04	63 ± 3	343 ± 11	26 ± 4
Atenes-04	1.98 ± 0.05	1.81 ± 0.05	61 ± 5	339 ± 23	28 ± 4
Pekín-08	2.01 ± 0.04	1.83 ± 0.06	63 ± 8	345 ± 31	27 ± 3

5.1. ALÇADA DE BATUDA (H_1)

Com pot observar-se en la Figura 26, H_1 depèn de la morfologia de l'atleta i una mica menys de la variant tècnica empleada en la batuda (Hay, 1973); ambdues coses estan molt relacionades entre si, però ja podem dir aquí que, en la millor de les variants tècniques, H_1 no és millorable precisament perquè les mesures antropomètriques són molt poc modificables per l'entrenament i, pràcticament, només ens serveixen per realitzar la selecció dels individus vàlids per a la disciplina.

Només atletes amb una H_1 gran podran, a priori, aconseguir registres competitiu excepcionals.

En la Taula 10 apareixen les característiques mitjanes dels finalistes en les últimes edicions dels Jocs Olímpics; i en les Taules 2 i 3, les característiques dels millors saltadors d'alçada de tots els temps.

Perquè H_1 sigui el major possible, al final de la fase de batuda, l'eix longitudinal del cos de l'atleta ha

d'estar completament perpendicular al terra o, la qual cosa és el mateix, paral·lel al saltòmetre més proper. Aquest és un dels punts clau d'observació que tenen els entrenadors per valorar la fase de batuda.

La variant tècnica utilitzada durant la batuda també influeix el valor d' H_1 (Figura 27). En efecte, el C.M. d'una persona, en la posició anatòmica de base, es localitza aproximadament a l'alçada del melic, uns centímetres per davant de la tercera vèrtebra lumbar (L3). La posició del C.M. varia si canvia la posició del cos o dels seus segments. Suposem que un atleta té el seu C.M. a 100 cm del terra quan està en la posició de base (Figura 27 a). De mitjana, aquest C.M. s'eleva (veure les figures corresponents):

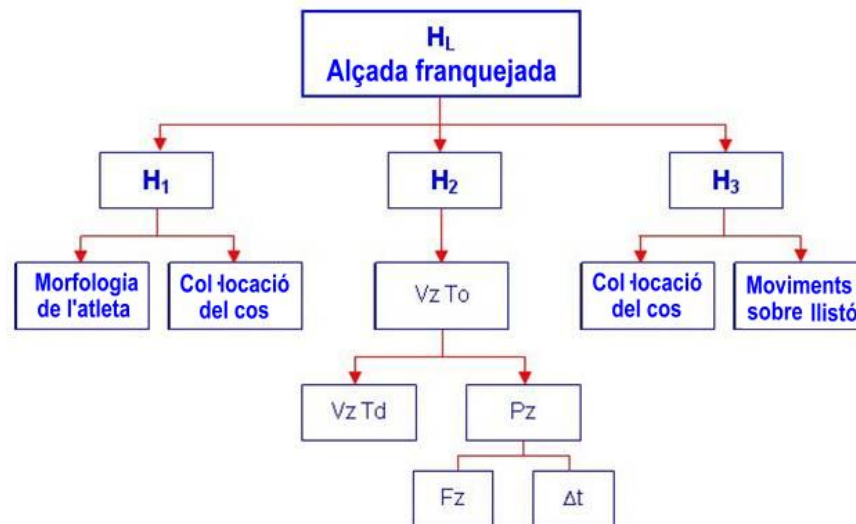


Figura 26. Factors que determinen l'alçada franquejada (J.G. Hay, 1973).

- 8 cm si s'eleven els dos braços (c),
- 8 cm si s'eleva una cama flexionada (d),
- 10 cm si la cama elevada està estesa (e),
- 8 cm en elevar-se sobre la punta dels peus (f).

D'aquí la importància, no només de l'alçada, sinó també de la longitud de les cames, els peus i els braços, a més lògicament, de la forma d'emprar aquests segments i del grau de verticalitat (inclinacions) del cos en la sortida de la batuda. La relació entre la longitud de les cames (alçada trocantèria) i la resta del cos, en els millors especialistes adults, és igual o superior a 1.12.

L' H_1 que presenten els millors especialistes és $73 \pm 5\%$ de l'alçada (Figura 27 g).

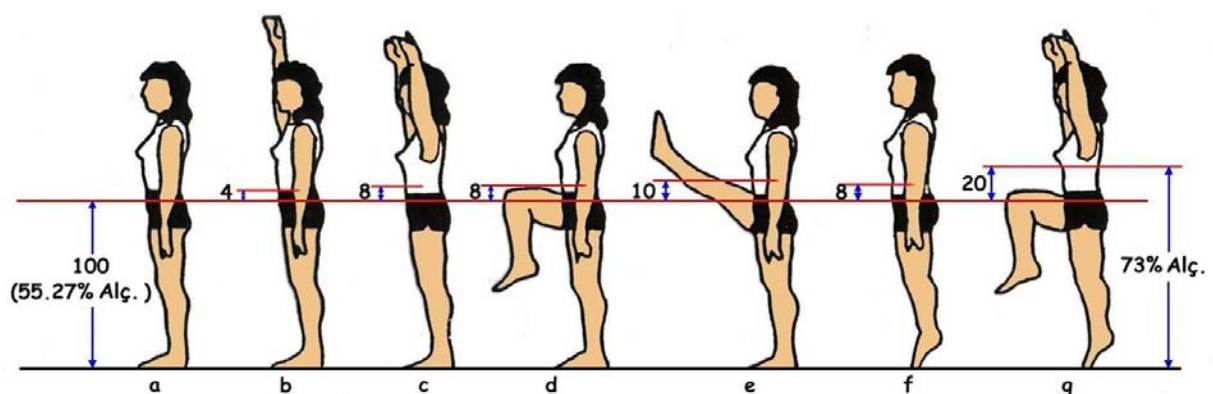


Figura 27. Alçada C.M del cos en diferents posicions.

5.2 EFICÀCIA DEL FRANQUEIG (H_3)

H_3 , com ja s'ha dit, és la diferència entre $H_{\text{màx}}$ i $H_{\text{llistó}}$; posat que la paràbola de vol del C.M. queda determinada al final de la batuda, H_3 també queda determinada al final de la batuda, se superi o no el llistó. De l'anterior es desprèn que seria més apropiat denominar a aquest paràmetre com a índex de "economia del salt" en lloc de "eficàcia de franqueig". Valors negatius en H_3 indiquen que el C.M. de l'atleta es troba per sota del llistó en el punt alt de la paràbola de vol.

Per franquejar el llistó (salt vàlid), el saltador ha d'intentar aprofitar un bon H_3 mitjançant moviments dels diferents segments del cos en relació al C.M. i aprofitar la seva flexibilitat a nivell de la columna lumbar i els malucs.

Hay (1973) va calcular per a H_3 un valor teòric de -0.09 m que fins al moment només ha estat investigat experimentalment per Viitasalo (1982): en un grup de vuit atletes masculins amb valors mitjans en H_2 de 0.76 m i H_L de 2.01 ± 0.05 m, es van mesurar per a H_3 valors de -0.03 ± 0.06 m; o sigui, un valor que en el millor dels casos estava 9 cm per sota del llistó.

Però, en la majoria d'estudis biomecànics realitzats en alta competició per altres autors, per als millors atletes aquest paràmetre és zero o lleugerament positiu. En els finalistes dels Jocs Olímpics de Barcelona, aquest valor va ser de 0.03 ± 0.04 i 0.02 ± 0.03 metres per als homes i les dones respectivament (Taula 9).

Segons Dapena (1989), els saltadors que per fer salt vàlid necessiten tenir el C.M. 6 cm més alt que el llistó, presenten una tècnica de franqueig inefectiva; de 3 a 6 cm, indiquen una raonable tècnica de franqueig; i quan el C.M. està a menys de 2 cm del llistó, la tècnica de franqueig és molt efectiva.

5.3 ALÇADA DE VOL (H_2)

Per als entrenadors, un de les dades que ha de tenir més interès és H_2 per la seva important incidència en el rendiment competitiu i perquè amb l'entrenament pot ser millorada.

H_2 , segons Müller (1986), està totalment influenciada per l'impuls vertical de la batuda que, al seu torn, depèn de la massa del saltador i de la velocitat vertical en el moment de l'enlairament (Figura 28).

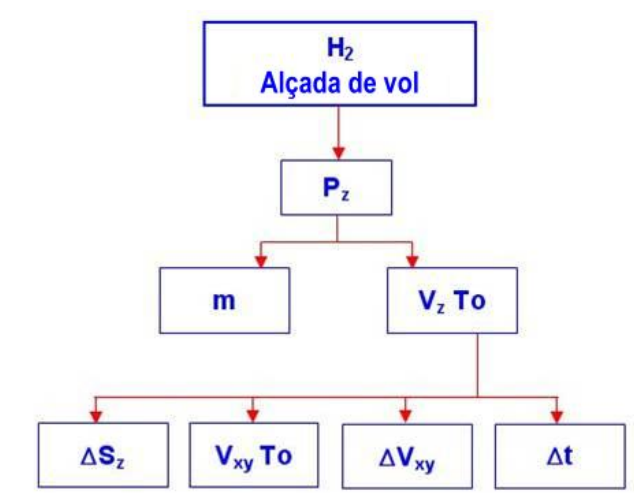


Figura 28. Factors que influeixen en l'alçada de vol (Müller, 1986).

- **La massa:** estudis realitzats per Müller (1986) sobre un saltador de 75 Kg de massa, que aconseguia una alçada de vol H_2 de 0.90 m, indiquen que en incrementar en 1 Kg la seva massa, s'incrementava H_2 en -2.5 cm.

Suposant que variacions petites en la massa (de l'atleta) que s'ha d'accelerar no tenen influència sobre l'impuls d'enlairament (P_0), és a dir, que una massa major ($m + \Delta m$) a accelerar seria compensada per

una menor acceleració, de manera que romangués constant l'impuls (P_0). Per tant, un increment de la massa del saltador (Δm) provocaria una variació en l'altura de vol del C.M. (H_2) d'aproximadament:

$$\Delta H_2 \approx \left(\frac{V_z^2}{mg} \right) \Delta m$$

Aquesta dada, a més d'informar-nos sobre la millora del rendiment competitiu en relació a variacions en la massa corporal, ens pot ser de gran ajuda de cara a l'entrenament de la força específica en els exercicis de salt competitiu amb sobrecàrrega (llast).

En les Taules 2 i 3, pot observar-se una columna dedicada a la relació existent entre el pes corporal i l'alçada. En els millors especialistes el valor d'aquest "coeficient P/I" és de 400 ± 25 i 340 ± 20 g/cm per a homes i dones respectivament.

- **La velocitat vertical en l'enlairament:** posat que la velocitat vertical pot relacionar-se amb H_2 segons la fórmula:

$$V_z = \sqrt{2 g H_2}$$

podem calcular fàcilment que increments de 0.1 m/s en la velocitat vertical, porten amb si increments en H_2 de 4 a 6 cm depenent de quin sigui el valor inicial.

També hem de tenir en compte que si la velocitat horitzontal de batuda roman constant, amb la variació de la velocitat vertical, variarà l'angle d'enlairament i la distància horitzontal entre la posició d'enlairament del C.M. en H_1 i el punt alt de la paràbola de vol.

La velocitat vertical en l'enlairament està influenciada per:

* **El recorregut vertical d'acceleració:** segons Nigg (1974) existeix una relació positiva entre aquest factor i H_2 , però possiblement presenta un valor òptim individual ja que, com hem vist més amunt, $\bullet S_z$ és la diferència entre H_1 i H_0 i per raons anatòmiques H_1 és poc modificable.

Segons Dapena (1988), per augmentar el temps durant el qual s'exerceix força vertical sobre el cos, és necessari que el C.M. passi per un llarg recorregut vertical d'acceleració durant la batuda; això s'aconsegueix amb un H_0 baix i un H_1 alt. De la mateixa manera, una ràpida carrera pot ajudar a augmentar la força exercida sobre el terra perquè la musculatura extensora de les articulacions de la cadena cinètica del salt intenta resistir la flexió, però com a conseqüència de la inèrcia que porta l'atleta, la flexió té lloc igualment; el que produeix una sobrestimulació d'aquesta musculatura que, al seu torn, contribueix a augmentar la força que l'atleta exerceix sobre el terra. Existeix un òptim individual entre H_0 i la velocitat horitzontal al final de la carrera per a cada saltador; els entrenaments condicional i tècnic poden millorar tots dos paràmetres.

* **La velocitat horitzontal d'enlairament:** també segons Müller (1986), variacions del 10% en la velocitat horitzontal de batuda, mantenint el mateix punt de batuda i la mateixa velocitat vertical de batuda, només porta amb si una reducció d'1 cm en l'alçada que té el C.M. de l'atleta en la vertical al llistó (posat que la velocitat vertical és la mateixa, H_2 no varia).

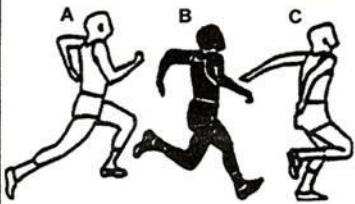
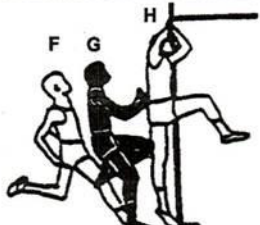
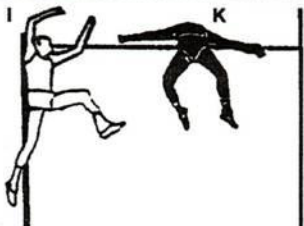
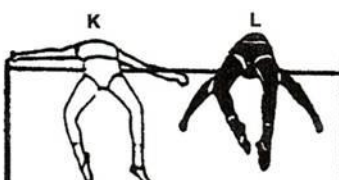
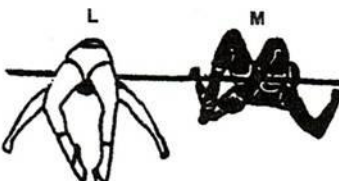
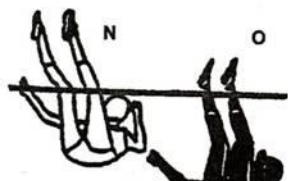
* **Reducció de la velocitat horitzontal durant la batuda:** La pèrdua de velocitat horitzontal que tots els atletes experimenten durant aquesta fase és part intrínseca del procés de batuda. Si un atleta no presenta molta pèrdua de velocitat horitzontal, pot ser signe que l'atleta no fa bon ús de la velocitat assolida durant la carrera d'impuls. Podríem dir que quanta més velocitat horitzontal perd l'atleta, més velocitat vertical d'enlairament pot generar. Si no es produeix suficient velocitat horitzontal durant la carrera o no es perd suficient quantitat durant la batuda, podem dir que la carrera d'impuls no està sent utilitzada apropiadament. En els atletes d'alt nivell, la reducció de la velocitat horitzontal durant la batuda és de 3.9 ± 0.4 m/s en el cas dels homes i de 2.7 ± 0.3 m/s en el de les dones amb variacions individuals de 0.2 m/s. Dapena (1980) indica que per a saltadors amb rendiments d'1.94 a 2 m aquesta reducció oscil·la entre 2.3 i 3.7 m/s amb una variació individual de 0.2 m/s.

* **El temps de batuda:** la forma d'utilitzar els segments lliures influeix decisivament en la durada de la batuda. En saltadors d'alt nivell,

la tècnica de batuda a un sol braç i un pèndol curt en l'acció de la cama lliure, implica temps de batuda de 0.13 a 0.18 segons; mentre que la utilització de la tècnica a dos braços i un pèndol llarg, comporta temps de batuda més duradors, de 0.17 a 0.24 segons. La disminució del temps de batuda és normal al llarg de la vida esportiva d'un atleta, però dins d'uns límits; una disminució per sota d'aquest límit porta amb si la caiguda de l'impuls vertical.

La velocitat vertical d'enlairament també està influenciada pels canvis que es produeixen en ella mateixa al llarg de la batuda. Al final de la fase de carrera normalment els atletes es desplacen ràpid endavant i també lleugerament abaix; en altres paraules, la velocitat vertical en l'instant del contacte amb el terra, per iniciar la fase de batuda, generalment té un valor negatiu. Aquesta velocitat vertical cap al terra ha de ser el més petita possible per no perdre esforç frenant aquest moviment cap al terra (-0.6 ± 0.2 m/s). D'aquí l'exigència dels entrenadors que els saltadors d'alçada realitzin molt rasos els últims passos de la carrera d'impuls.

6. PLANILLA D'ANÀLISI TÈCNICA

FOSBURY FLOP	FASE	REFERÈNCIA	CRITERI	VALORACIÓ
	I CARRERA D'IMPULS: PENÚLTIM PAS	A 1 Col·locació peu 2 Cos / Tronc 3 Braços B 4 Recolz. davant. BC 5 Genoll recolza. B 6 Braç posterior C 7 Braços	Contacte metatarsià en la trajectòria corba Lleugera inclinació endavant Contrabalanceig dels braços Inici de taló Flexionan-se Parat Paral·lels / darrera del tronc	
	II CARRERA D'IMPULS: ÚLTIM PAS	D 8 Tronc 9 Cama recolza. DF 10 Cama batuda E 11 Braços F 12 Cos / Tronc F 13 Col·locació peu EF 14 Cama lliure	Vertical Acció d'empenta horitzontal Col·locació ràpida i activa / pretensionada / "lluny" Inici del doble balanceig Inclinat cap endavant Dirigit al llistó / posició òptima Flexionan-se / dirigint-se endavant-amunt	
	III BATUDA	FG 15 Cama batuda FH 16 Braços FH 17 Cama lliure GH 18 Genoll lliure H 19 Braços H 20 Espatlles H 21 Cos	Flexió mínima i pasiva Balanceig de braços doble i actiu Moviment actiu del genoll "Obrint-se" Bloquejats / flexionats Elevats / horitzontals Vertical / paral·lel al saltòmetre	
	IV ASCENS ↓ OBERTURA	I 22 Cap I 23 Braç exterior I 24 Cos IK 25 Braços IK 26 Cama lliure K 27 Esquena K 28 Cap	Mirant cap abaix per sobre del llistó "Dirigit" Rotant al voltant de l'eix longitudinal "Obrint-se" Descendent Paral·lela al llistó Movent-se cap endarrera	
	V HIPEREXTENSIÓ (ARQUEIG)	KL 29 Braços L 30 Malucs L 31 Cames L 32 Esquena L 33 Cap L 34 Eix longitudinal	Estesos / acció de capbussada Hiperextesos / elevats Flexionades / dirigides cap abaix Arquejada Cap tirat enrere Perpendicular al llistó	
	VI TANCADA (DESARQUEIG)	LM 35 Pelvis M 36 Cap / Tronc M 37 Malucs M 38 Cames M 39 Braços	Descens actiu Contramoviment reactiu Flexió activa Extensió activa i sincronització de genolls Flexionant-se	
	VII PREPARACIÓ PER L'ATERRATGE	40 Cap 41 Malucs 42 Braços 43 Cos 44 Cames	Aixecada Flexionades / bloquejades Extenent-se En la posició "L" Estesos / dirigides cap amunt	

7. ELS ERRORS TÈCNICS I LA SEVA CORRECCIÓ

Abans de fer una relació tradicional dels errors típics que es donen en el salt d'alçada amb les causes més comunes que es presenten en l'execució dels atletes, hem de fer una sèrie de consideracions:

- 1) Tenint en compte que la força és la qualitat física fonamental, responsable del moviment, molts errors tècnics són conseqüència d'una preparació condicional insuficient o inadequada.
- 2) La imatge del moviment pot ser incompleta o errònia. L'esportista d'alt rendiment posseeix una imatge exacta del moviment i a més percep i reconeix les sensacions en aquest moviment. Això no succeeix en els atletes de categoria inferior o en els joves en formació.
- 3) Les informacions de l'entrenador han de ser concises, clares i que no permetin una interpretació errònia per part de l'atleta.
- 4) Molts errors tenen el seu origen en qüestions purament psicològiques: por al llistó, falta d'agressivitat, modificació del gest a partir de certes alçades, falses sensacions en alçades competitives lògicament no entrenades amb anterioritat, disminució de la concentració a causa del cansament, etc.
- 5) Abans de l'execució de qualsevol salt, l'atleta reproduïx mentalment tot el gest. Si el salt no està suficientment mecanitzat, l'atenció se centra en l'element o fase que no domina. Investigacions soviètiques han establert que l'atleta no ha de parar esment a més d'1-2 elements per evitar una dispersió en la seva atenció el que portaria a limitar les seves possibilitats de rendiment.
- 6) A grans trets, podem reunir als atletes en quatre grups diferents sobre els quals caldrà establir unes determinades estratègies per a la correcció d'errors tècnics:
 - a) atletes amb problemes en la fase de carrera,
 - b) atletes amb problemes en la preparació de l'enlairament,
 - c) atletes amb problemes en la fase d'enlairament,
 - d) atletes amb problemes en la fase de vol-franqueig.

En relació a això, l'entrenador ha de saber què mirar i des d'on fer-ho (veure "Ubicació de l'entrenador a la zona de salts").

	ERROR	CAUSA	CORRECCIÓ
FASE DE CARRERA	- Carrera massa lenta o poc dinàmica.	- Col·locació dels recolzaments sense activitat en els peus o corrent de talons.	- Facilitar la imatge correcta del moviment mitjançant demostracions i l'observació de filmacions de vídeo. - Carrera llançada en recta o corba sobre 10-15 referències (d = 7-8 peus). - Carrera llançada en recta o corba sobre 10-15 pilotes medicinals (d = 7-8 peus). - Salto d'Alçada amb carrera completa sobre 6-8 referències, últims 3 passos sense referèn.
		- El radi de la corba és massa petit.	- Variar el radi de la corba fins trobar l'adequat. - Carreres en "S". - Carreres en cercle de 10-12 m de radi. Amb referències a 7-8 peus. Cronometrar.
		- La carrera és massa curta.	- Comprovar la longitud de la carrera. - Allargar la carrera 2-4 passos. - Saltos d'Alçada cronometrant la carrera.
		- Enteniment erroni del ritme.	- Facilitar la imatge correcta del moviment mitjançant demostracions i l'observació de filmacions de vídeo. - Salts d'Alçada en condicions facilitades amb carrera completa. - Carrera llançada en corba sobre referències (d = 7-8 peus). - Comprovar l'efecte sobre el salt amb diferents ritmes. Cronometrar.
	- Falta d'inclinació lateral	- Velocidad de carrera massa lenta.	- Allargar la carrera 2-4 passos.
		- El radi de la corba és massa gran.	- Variar el radi de la corba fins trobar l'adequat.
	- Mala alineació durant la carrera, especialment en la preparació de la batuda, amb pèrdua de tensió en els recolzaments.	- Falta d'espai per realitzar la carrera adequada.	- Facilitar la imatge correcta del moviment mitjançant demostracions i l'observació de filmacions de vídeo. - Aprendre a marcar les referències sigui quin sigui el tipus d'àrea de salts. - Saber quina és la corba correcta i fer-la visible. - Revisar la longitud de la carrera i el radi de la corba.
		- En lloc de córrer sobre una corba, desplaçar-se en línia recta fins a la batuda.	- Connèixer quines són les funcions de la corba. - Salts d'Alçada amb carrera d'impuls sobre un semicercle. - Salts verticals amb carrera curta o mitja, sobre referències. Gradualment anar augmentant la carrera de 2 en 2 passos. Adequant la col·locació del cos.
	- Acceleració desigual.	- Ritme inadequat i falsa noció de la distància a realitzar.	- Facilitar la imatge correcta del moviment mitjançant demostracions i l'observació de filmacions de vídeo. - Salts d'Alçada en condicions facilitades amb carrera completa. - Imitatius de batuda amb tanques.
		- La carrera no està ben establerta.	- Comprovar altres radis i longituds de carrera.
		- Por al llistó.	- Utilitzar un elàstic enlloc d'un llistó. - Exercicis d'acrobàcia senzills. - Entrenament psicològic.

	ERROR	CAUSA	CORRECCIÓ
FASE DE BATUDA	- Bloqueig de la cama de batuda en la seva col·locació.	- Insuficient impuls endavant en el penúltim i/o antepenúltim recolzament. - Moviment incomplet a la batuda.	- Facilitar la imatge correcta del moviment mitjançant demostracions i l'observació de filmacions de vídeo. - Exercicis imitatius de l'enllaç carrera-batuda - Salts d'Alçada col·locant una pilota entre l'últim i el penúltim recolzament. - Exercicis imitatius de la col·locació de la cama de batuda. - Exercicis imitatius per coordinar cama de batuda, braços y cama lliure.
	- Prematura rotació sobre l'eix longitudinal de l'atleta.	- La col·locació del peu de batuda no es fa sobre la trajectòria ideal de la carrera.	- Facilitar la imatge correcta del moviment mitjançant demostracions i l'observació de filmacions de vídeo. - Exercicis de tècnica de carrera i batuda en cercle o en corba. - Exercicis de coordinació de cama lliure i braços des de parat i amb 3-4 passos. - Carrera i batuda i sentar-se o estirar-se sobre una elevació de matalassos.
		- Col·locació del penúltim recolzament fora de la trajectòria corba (exterior).	- Revisar el radi de la corba. - Augmentar la longitud de la carrera (falta d'espai).
	- Enlairament no vertical, sinó cap el saltòmetre, precipitant el franqueig.	- Precipitació en l'avançament de l'espatlla propera al llistó.	- Facilitar la imatge correcta del moviment mitjançant demostracions i l'observació de filmacions de vídeo. - Salts d'Alçada amb la tècnica de tisoires aterrant sobre els dos peus.
		- Treball insuficient de la cama lliure i els braços.	- Facilitar la imatge correcta del moviment mitjançant demostracions i l'observació de filmacions de vídeo. - Salts verticals amb carrera en corba tocant un objecte penjat amb el cap, les mans o la cama lliure, aterrant sobre els dos peus.
		- Falta d'inclinació lateral.	- Revisar el radi o la velocitat de carrera. - Imitatius d'entrada y sortida del penúltim recolzament.
	- Enlairament endavant i no cap amunt.	- Carrera massa ràpida. - Col·locació tardana de la cama de batuda. - Falta d'inclinació endarrere a l'inici de la batuda - Treball insuficient de la cama lliure i els braços.	- Revisar el radi y la longitud de la carrera - Salts facilitats amb diferents longituds de carrera. - Imitatius de batuda amb tanques. - Imitatius d'entrada i sortida del penúltim recolzament. - Salts de longitud superant un obstacle durant el vol.
	- Insuficient acció de la cama lliure.	- Incorrecta col·locació i/o execució del penúltim recolzament. - Falta de coordinació dels segments lliures i la cama de batuda. - Falta de força especial en el psoas-il·líac.	- Facilitar la imatge correcta del moviment mitjançant demostracions i l'observació de filmacions de vídeo. - Salts verticals a tocar amb el genoll un objecte penjat. Carrera en corba. - Exercicis de coordinació de cama lliure i braços des de parat i amb 3-4 passos. - Exercicis de força especial per a la cama lliure.
	La major part dels errors que se donen en la fase de franqueig tenen el seu origen en les fases precedents, però també poden ser conseqüència de:		
	- Falta de control visual. - Vol pasiu sense moviment actiu cap amunt de la pelvis, el que determina que la regió lumbar cedeixi, disminuint les condicions necessàries per a superar alçades majors. - Falta de força i flexibilitat especial per a l'arqueig. - Descoordinació entre l'arqueig i el desarqueig.		