TRASMISSIONE DI POTENZA · ACCOPPIAMENTI CON INTERFERENZA · LINGUETTE · SCANALATI · DOCUMENTO DI RIFERIMENTO · PUBBLICO

Collegamenti albero-mozzo

Trasmettere la coppia da un albero a un mozzo — accoppiamenti con interferenza, linguette, profili scanalati, accoppiamenti conici e mozzi a morsetto — con la coppia trasmissibile da ciascuno, i compromessi e come dimensionarli.

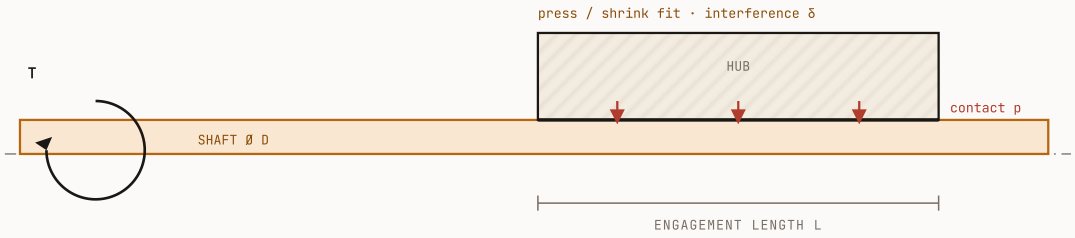
REVISIONE	PUBBLICATO	RESPONSABILE	ALLEGATO
1.0	June 2026	Ingegneria Ideambox	Riferimento PDF

SINTESI

Un collegamento albero-mozzo trasferisce la coppia (e talvolta il carico assiale) tra un albero rotante e un ingranaggio, una puleggia, una ruota dentata per catena o un giunto. La scelta — accoppiamento con interferenza, linguetta, scanalato, cono, grano o mozzo a morsetto — mette sulla bilancia la coppia trasmissibile rispetto a precisione di centraggio, facilità di montaggio e smontaggio, danneggiamento dell'albero e costo.

La sezione 1 confronta i metodi. La sezione 2 tratta gli accoppiamenti con interferenza (forzati alla pressa / calettati a caldo) e la loro coppia. La sezione 3 tratta linguette e cave. La sezione 4 tratta i profili scanalati. La sezione 5 tratta coni, mozzi a morsetto, calettatori e grani. La sezione 6 è una checklist di scelta.

SHAFT-HUB INTERFERENCE FIT — SECTION



UN ACCOPPIAMENTO CON INTERFERENZA TRASMETTE LA COPPIA SOLO PER ATTRITO ALLA PRESSIONE DI CONTATTO — NESSUNA CAVA, NESSUN CONCENTRATORE DI TENSIONE. GLI ALTRI METODI (LINGUETTE, SCANALATI, CONI, MORSETTI) BILANCIANO DIVERSAMENTE COPPIA, CENTRAGGIO, COSTO E FACILITÀ DI SMONTAGGIO.

INDICE

1. Confronto tra i metodi
2. Accoppiamenti con interferenza (forzati / calettati a caldo)
3. Linguette e cave
4. Profili scanalati
5. Coni, mozzi a morsetto e calettatori
6. Checklist di scelta

1. Confronto tra i metodi

METODO	COPPIA	CENTRAGGIO	MONTAGGIO/SMONTAGGIO	DANNO ALL'ALBERO	NOTE
Accoppiamento con interferenza (forzato / a caldo)	alta	eccellente	difficile (pressa/calore)	nessuno	Pulito, nessun concentratore di tensione; richiede forza o calore
Linguetta + cava	media–alta	buono	facile	cava (concentratore di tensione)	Economico, normalizzato, la soluzione standard
Scanalato	molto alta	eccellente	facile (scorrimento assiale)	nessuno in più	Molti denti si ripartiscono il carico; costoso da realizzare
Accoppiamento conico (+ dado)	alta	eccellente	medio	nessuno	Autocentrante, preciso, smontabile
Mozzo a morsetto / diviso	media	buono	molto facile	nessuno	Riposizionabile; nessuna lavorazione dell'albero
Calettatore / anello di bloccaggio (shrink disc)	molto alta	buono	medio	nessuno	Coppia elevata senza cava
Grano (su piano)	bassa	scarso	molto facile	segna l'albero	Solo impieghi leggeri; usare un piano

1.1 Termini

`Interferenza (δ)`	Di quanto l'albero è più grande del foro prima del montaggio
`Pressione di contatto (p)`	Pressione radiale all'interfaccia dell'accoppiamento (dalle equazioni di Lamé)
`Lunghezza di accoppiamento (L)`	Sovrapposizione assiale di albero e mozzo — la coppia cresce in proporzione
`Rapporto del mozzo`	Diametro esterno/interno del mozzo — i mozzi sottili raggiungono prima il limite della tensione circonferenziale

2. Accoppiamenti con interferenza (forzati / calettati a caldo)

L'albero è leggermente più grande del foro; il montaggio genera una pressione di contatto **p** (dall'interferenza δ e dalle equazioni di Lamé per cilindri spessi, con la geometria del mozzo e i valori di E e ν di entrambi i materiali). L'attrito a quella pressione trasmette il carico:

- **Coppia** $T = \mu \cdot p \cdot \pi \cdot D^2 \cdot L / 2$
- **Forza di sfilamento assiale** $F = \mu \cdot p \cdot \pi \cdot D \cdot L$

dove D è il diametro di accoppiamento, L la lunghezza di accoppiamento e μ il coefficiente d'attrito (≈0.1–0.15 acciaio a secco; inferiore se lubrificato durante la piantatura). Usare lo strumento *Interferenza per accoppiamenti forzati* per ricavare p, T e F da δ.

- **Specificare con gli accoppiamenti ISO 286:** leggero `H7/p6`, medio `H7/s6`, pesante `H7/u6`. Più interferenza → più coppia, ma anche più tensione circonferenziale nel mozzo (verificare che il mozzo non snervi) e più forza di montaggio.
- **Calettamento a caldo / a freddo** (riscaldare il mozzo o raffreddare l'albero): raggiunge la stessa interferenza con una forza di montaggio minima e piena capacità di tenuta
  la soluzione migliore per accoppiamenti grandi o con forte interferenza.
- **La finitura superficiale conta:** le superfici rugose si spianano al montaggio, quindi l'interferenza
  effettiva
  è minore di quella misurata
  un accoppiamento specificato sulle dimensioni nominali sovrastima la coppia con una finitura grossolana.

3. Linguette e cave

Una linguetta (a sezione quadrata/rettangolare) inserita nelle cave corrispondenti di albero e mozzo è il metodo normalizzato ed economico. Va dimensionata perché non si tranci né si schiacci, tenendo conto che la cava è un concentratore di tensione a fatica nell'albero.

- **Taglio:** larghezza × lunghezza della linguetta resistono a `F = 2T/D` sul piano di taglio della linguetta.
- **Pressione superficiale/schiacciamento:** di solito il limite è il fianco della linguetta che preme sulla parete della cava; verificarlo comunque.
- **Dimensioni normalizzate (DIN 6885 / UNI 6604, linguetta b × h per Ø albero):**

Ø ALBERO (MM)	LINGUETTA B × H	Ø ALBERO (MM)	LINGUETTA B × H
10–12	4 × 4	30–38	10 × 8
12–17	5 × 5	38–44	12 × 8
17–22	6 × 6	44–50	14 × 9
22–30	8 × 7	50–58	16 × 10

La cava ricavata nell'albero aumenta la tensione locale (Kt ≈ 2–3) — un problema a fatica su alberi con inversioni di carico o molto sollecitati. Usare raggi generosi alle estremità della cava, o un metodo senza linguetta, dove la fatica è determinante.

4. Profili scanalati

I profili scanalati sono come molte linguette ricavate di pezzo sull'albero, per cui il carico si ripartisce su tutti i denti — coppia molto più alta e centraggio migliore di una singola linguetta, senza un pezzo separato che possa tranciarsi.

- **A fianchi paralleli** (più datati, semplici) vs **a evolvente** (più resistenti, autocentranti, più facili da produrre e controllare con calibri) l'evolvente è oggi lo standard.
- Consentono lo **scorrimento assiale sotto carico** (ad es. alberi di trasmissione, innesti del cambio) mentre trasmettono la coppia.
- Più costosi da produrre (brocciatura/dentatura a creatore), quindi riservati ad applicazioni con coppia elevata o con scorrimento.

5. Coni, mozzi a morsetto e calettatori

- **Accoppiamento conico (+ dado di bloccaggio):** un albero/foro conico si autocentra con precisione e si blocca per attrito; smontabile. Comune su mandrini portautensili e pulegge degli alberi a gomiti.

  - Coppia di un collegamento albero-mozzo conico: la forza assiale del dado `Fₐ` spinge il cono, generando una forza normale `F_N = Fₐ / (sin(α/2) + μ·cos(α/2))` e una coppia d'attrito `T = μ · F_N · d_m / 2` (α = angolo di apertura del cono, d_m = diametro medio del cono, μ ≈ 0.10–0.15 acciaio a secco).

  - L'estremità d'albero conica normalizzata è **1:10** (DIN 1448 / ISO 775): α/2 ≈ 2.86°, quindi tan(α/2) ≈ 0.05 < μ e il collegamento è autobloccante una volta spinto in sede; per smontarlo serve un estrattore.

  - Esempio: d_m = 30 mm, F_a = 20 kN, μ = 0.12 → F_N ≈ 118 kN → T ≈ 210 N·m. Una linguetta in un cono posiziona angolarmente il mozzo; su un cono serrato correttamente dovrebbe trasmettere una parte minima della coppia.

- **Mozzo a morsetto / diviso:** un mozzo tagliato, serrato da una vite, stringe l'albero per attrito
  nessuna lavorazione dell'albero, riposizionabile a piacere; coppia media. Ottimo per prototipi e regolazioni.

- **Calettatori / anelli di bloccaggio (shrink disc):** anelli conici che, serrati, bloccano mozzo e albero a coppia molto elevata senza cava e senza intaglio a fatica
  usati dove le linguette cederebbero a fatica.

- **Grani:** solo per impieghi leggeri; farli sempre appoggiare su un **piano** (o usare un grano a punta cilindrica in un foro) in modo che non rovinino l'albero e non slittino. Due grani a 90° tengono meglio di uno.

6. Checklist di scelta

- **Coppia**
  valore costante, più i picchi da inversione o da urto (sono questi a orientare verso calettatori o scanalati).
- **Centraggio / eccentricità**
  interferenza, cono e scanalati centrano meglio; i grani peggio.
- **Comportamento assiale**
  il mozzo deve scorrere (scanalato) o restare in posizione (accoppiamento/linguetta/dado)?
- **Montaggio/smontaggio**
  accessibilità e frequenza degli interventi: morsetto/calettatore per smontaggi facili, accoppiamenti con interferenza per collegamenti permanenti.
- **Danno all'albero**
  evitare cave e segni di grani su alberi critici a fatica o temprati (usare calettatori).
- **Costo**
  la linguetta è la più economica; scanalato e calettatore i più costosi.
- **Poi:** dimensionare il metodo (interferenza con lo strumento per accoppiamenti forzati; linguetta a taglio + pressione superficiale; scanalato/calettatore dalle coppie nominali del fornitore) e verificare a fatica l'albero in corrispondenza di ogni cava.

This document is also a web page, kept up to date:
https://ideambox.com/it/downloads/shaft-hub-connections/

Designing something that needs this? ideambox.com/contact