

MIM ADDITIVO • STAMPARE LA GEOMETRIA, SINTERIZZARE IL METALLO

Libertà additiva per componenti metallici in serie

Componenti complessi e varianti senza uno stampo a iniezione dedicato, con una catena di processo di sinterizzazione dimensionabile per la produzione in serie.



Dove l'A-MIM può fare la differenza

Se uno stampo MIM non si ammortizza, le varianti cambiano spesso o le geometrie complesse richiedono molta asportazione di truciolo, vale la pena fare un confronto.

Tecnologia, economicità e realizzazione con FIT

01 / PERCHÉ L'A-MIM?

Geometria stampata, metallo sinterizzato

L'A-MIM unisce la formatura additiva a una catena di processo di sinterizzazione, aprendo una via produttiva tra l'MIM vincolato allo stampo e i processi di fusione diretta del metallo.

	MIM	A-MIM	LPBF
Geometria	Stampaggio a iniezione nello stampo	Costruzione a strati con legante	Fusione a strati con laser
Densificazione metallica	Nel forno di sinterizzazione	Nel forno di sinterizzazione	Durante la stampa
Varianti	Spesso richiede modifiche allo stampo	Modifica CAD; processo da rivalutare	Modifica CAD; processo di costruzione da rivalutare
Da verificare in particolare	Costi dello stampo ed estraibilità	Ritiro, supporto di sinterizzazione e utilizzo del volume di stampa	Supporti, tempo di costruzione e tensioni residue

MIM: stampaggio a iniezione di metalli. LPBF: fusione laser su letto di polvere, spesso detta fusione laser.

Cifre concrete per la preselezione

250-50.000 pezzi all'anno come intervallo di verifica; fino a circa 100 mm per dimensione come primo orientamento dimensionale. Quantità, volumi e pesi nelle prossime due pagine.

Dove la differenza diventa rilevante dal punto di vista economico

Rispetto all'MIM non serve più lo stampo a iniezione specifico per il componente. Rispetto all'LPBF, formatura e densificazione metallica sono separate; l'occupazione di stampante e forno può essere pianificata per la serie. Un vantaggio di costo nasce solo quando saturazione, comportamento in sinterizzazione e lavorazioni successive sono in equilibrio tra loro.

L'A-MIM può essere interessante per il vostro componente?

Un progetto già esistente è sufficiente per un primo orientamento. Una breve valutazione può essere gratuita; l'entità e i costi di lavori più approfonditi vengono chiariti prima di iniziare. **Vai al part check →**

PIANIFICAZIONE / QUANTITÀ

Verificare da 250 a 50.000 pezzi l'anno

Questo intervallo è al centro dei concetti applicativi A-MIM di FIT. Descrive un intervallo di verifica, non un limite fisso di economicità.

Fabbisogno annuo	Quando conviene una verifica
Meno di 250 pezzi	Prototipi, parti di ricambio o componenti particolarmente complessi e di alto valore. I costi di sviluppo e di processo devono ripagarsi anche con quantità ridotte.
250-5.000 pezzi	Pinze, meccanismi di chiusura, supporti e altri componenti funzionali complessi. Le varianti e il montaggio evitato possono fare la differenza.
5.000-50.000 pezzi	Serie ricorrenti e famiglie di componenti, ad esempio ugelli speciali o corpi valvola compatti. L'occupazione di stampante e forno, così come la lavorazione successiva, diventano particolarmente importanti.
Oltre 50.000 pezzi	Non escluso dal punto di vista tecnico. Per una versione identica e ben stampabile a iniezione, l'MIM classico va considerato con particolare attenzione nel calcolo.

La quantità per variante fa la differenza

20 × 500

20 varianti da 500 pezzi ciascuna

1 × 10.000

Un'unica versione da 10.000 pezzi

Entrambe le opzioni danno 10.000 pezzi all'anno. Nei processi vincolati allo stampo, 20 varianti possono richiedere stampi o inserti aggiuntivi. L'A-MIM non necessita di questi stampi a iniezione; le modifiche possono comunque richiedere una nuova progettazione del processo.

Indicare separatamente quantità annua e dimensione del lotto

Un fabbisogno annuo di 10.000 pezzi può ad esempio essere consegnato in dieci lotti da 1.000 unità. La quantità di produzione economicamente conveniente dipende anche da saturazione, tempi di attrezzaggio e scadenze di consegna.

Fonte: FIT / ClickToFit, esempi pratici A-MIM, consultato il 21.10.2026. Gli intervalli servono a selezionare i candidati da verificare; da essi non deriva alcuna quantità minima d'ordine né alcun impegno di prezzo.

PIANIFICAZIONE / DIMENSIONI, VOLUME E PESO

Quanto può essere grande il componente?

Come primo orientamento progettuale valgono dimensioni fino a circa **100 mm per direzione**. Componenti più grandi sono possibili, ma richiedono una valutazione mirata di movimentazione e comportamento in sinterizzazione.^[1]

Le dimensioni esterne non sono il volume di metallo

Un componente di 50 × 40 × 30 mm occupa un parallelepipedo di ingombro di 60 cm³. Se la sua geometria è costituita da metallo solo per un quarto, il volume di metallo è di 15 cm³, pari a circa 120 g in acciaio inossidabile.

Volume di metallo e peso: ordini di grandezza concreti

Volume di metallo	Peso a 8 g/cm ³	Lato di un cubo pieno di pari volume
1 cm ³	circa 8 g	10 mm
5 cm ³	circa 40 g	17 mm
10 cm ³	circa 80 g	22 mm
25 cm ³	circa 200 g	29 mm
50 cm ³	circa 400 g	37 mm
100 cm ³	circa 800 g	46 mm

Esempi di calcolo per lo stato sinterizzato, non limiti di produzione approvati. La densità arrotondata di 8 g/cm³ serve per la stima; il materiale e la porosità residua influenzano il peso effettivo.

Perché il volume di stampa non è un'approvazione del componente

Esempio HP Metal Jet S100: volume di stampa effettivo di **430 × 309 × 170 mm** secondo il produttore.
^[2] Al suo interno si trovano i pezzi più grandi, ancora non sinterizzati, comprese le distanze necessarie. Con un ritiro lineare di esempio del 20%, una quota finale di 100 mm richiede una quota di stampa di 125 mm.

Dimensioni esterne di 100 × 100 × 100 mm corrispondono, per un corpo pieno, a 1.000 cm³, ovvero a circa 8 kg di acciaio inossidabile. Dall'orientamento dimensionale non deriva quindi l'idoneità di un simile corpo pieno. Spessori di parete, distribuzione della massa e supporto di sinterizzazione concorrono alla decisione.

[1] AMPOWER Insights Vol. 8 (2021), p. 19: orientamento progettuale generale per i processi basati sulla sinterizzazione; non un limite di fornitura FIT.

[2] Pagina prodotto HP Metal Jet, configurazione S100, consultata il 21.10.2026. Dato macchina dipendente dalla configurazione.

02 / TECNOLOGIA

Prima stampato, poi sinterizzato: così nasce il componente metallico.

L'A-MIM unisce la formatura additiva al debinding e alla sinterizzazione. Non è necessario uno stampo a iniezione specifico per il componente.

1 Stampa del pezzo verde

Polvere metallica e legante vengono costruiti strato per strato nella forma desiderata. Il pezzo verde, non ancora sinterizzato, è meccanicamente delicato.

2 Rimozione del legante

Durante il debinding il legante viene rimosso. Il processo può essere termico, con solvente o catalitico. Lo stato intermedio poroso richiede una movimentazione adeguata.

3 Sinterizzazione e densificazione

Al di sotto della temperatura di fusione, le particelle metalliche si legano tra loro. I pori si riducono; il componente si densifica e si ritira.

4 Finitura e controllo

Le superfici funzionali ricevono, se necessario, le quote e le finiture finali. Vengono verificate le caratteristiche concordate.

Vie diverse per ottenere il pezzo verde

Binder Jetting: una testina di stampa deposita legante in un letto di polvere metallica. **Cold Metal Fusion:** un laser fonde la componente plastica di una polvere composita. **Estrusione di materiale:** polvere metallica e legante vengono depositati a cordoni, come filamento o granulato.

Materiale e proprietà dipendono dal progetto.

Disponibilità, densità, finitura superficiale, spessori di parete e tolleranze dipendono dal materiale, dal processo e dalla sua conduzione. Quali materiali FIT può proporre per il vostro componente viene chiarito in base alle vostre esigenze specifiche.

03 / PROGETTAZIONE E SINTERIZZAZIONE

Progettare il grezzo. Pensare alla sinterizzazione.

La progettazione contribuisce a determinare come il componente si comporta durante la sinterizzazione e quanta lavorazione successiva sia necessaria.

Pensare alla sinterizzazione

Geometria e supporto pensati insieme.



Rappresentazione schematica.



Integrare le funzioni

Canali, nervature, raccordi e supporti possono essere riuniti nel grezzo. Questo consente di ridurre i punti di giunzione e lo sforzo di montaggio.

Distribuire la massa in modo sensato

Transizioni marcate tra zone massicce e pareti sottili possono favorire un ritiro irregolare e deformazioni.

Definire il supporto

Il componente perde stabilità dimensionale alla temperatura di sinterizzazione. Un supporto di sinterizzazione adatto – il setter – può sostenerlo e deve consentire il ritiro.

Compensare il ritiro

Le quote di stampa, l'orientamento ed eventuali correzioni locali vengono adattati a materiale, processo e componente.

Esempio di calcolo: 125 mm diventano 100 mm.

Ipotizzando un ritiro lineare del 20%: quota di stampa = quota finale / 0,80. Questo è un esempio di calcolo, non un fattore di scala generale. Il ritiro effettivo può variare in base alla direzione.

Illustrazione: componente su un supporto di sinterizzazione sagomato.

04 / LAVORAZIONE MECCANICA SUCCESSIVA

Superfici funzionali: precisione dove serve.

Il grezzo porta già la forma complessa. È la funzione a determinare quali superfici vengono lavorate ulteriormente.

Solo le superfici funzionali richiedono precisione



Caratteristica	Attività tipica dopo la sinterizzazione
Fori di accoppiamento e sedi cuscinetto	Portare alla quota di accoppiamento concordata.
Filettature	Filettare o rifinire la filettatura.
Superfici di tenuta	Realizzare la planarità e la rugosità richieste.
Superfici di riferimento e di contatto	Garantire posizione di montaggio, movimento o finecorsa.

Superfici esterne non critiche, nervature e altri contorni possono restare allo stato di sinterizzazione, purché soddisfino i requisiti. Sovrametalli di lavorazione e accessibilità degli utensili vengono pianificati fin da subito.

Anche la lavorazione successiva può essere economica.

Un grezzo complesso può far risparmiare asportazione di materiale e piazzamenti, nonostante la lavorazione successiva. Determinante è l'intera catena di produzione fino al componente pronto per il montaggio.

05 / ECONOMICITÀ

A partire da quale quantità conviene l'A-MIM?

La risposta deriva dai costi una tantum, dal costo per pezzo buono e dal fabbisogno sull'intera durata del programma, comprese tutte le varianti.

Fattore di costo	Cosa rientra nel confronto
Costi una tantum	Per MIM e fusione a cera persa convenzionale: stampi a iniezione. Per A-MIM: progettazione del processo, supporti di sinterizzazione ed eventuali cicli di sviluppo. Per CNC e LPBF: programmazione, attrezzature o preparazione della costruzione.
Quantità e varianti	I costi dello stampo si ripartiscono su pezzi identici. Le varianti possono richiedere stampi aggiuntivi. L'A-MIM evita questi stampi; una nuova variante può comunque generare un onere di sviluppo.
Produzione per pezzo	Materiale, tempi macchina e di forno, saturazione e movimentazione. Per il CNC incidono asportazione di materiale e piazzamenti; per l'LPBF, tra l'altro, altezza di costruzione e onere dei supporti.
Completamento	Trattamento termico, lavorazione meccanica, finiture superficiali, montaggio nonché controlli e documentazione concordati.
Resa e fabbisogno di fornitura	Scarti, rilavorazioni, dimensioni dei lotti e ordini ripetuti. Determinante è il costo per pezzo collaudabile.

Formula di confronto

Costo per pezzo buono = quota dei costi una tantum + produzione + lavorazione successiva + controllo e montaggio + quota dei costi di scarto e rilavorazione.

Quali dati rendono il confronto solido?

Geometria e materiale, quantità annua e di lotto, numero di varianti, tolleranze critiche, requisiti di controllo e fabbisogno di fornitura. Insieme valutiamo lo stato pronto per il montaggio.

L'A-MIM non è un processo genericamente più economico. Può diventare conveniente quando i costi di stampo, materiale o montaggio evitati superano l'onere della catena di processo di sinterizzazione.

06 / CONCETTI APPLICATIVI

Esempi applicativi con potenziale per l'A-MIM

Quattro compiti in cui geometria, quantità ed estensione della fornitura andrebbero considerate insieme.



Semplificare i gruppi

Riunire raccordi e fissaggi in un unico distributore. Meno componenti singoli possono ridurre montaggio e giunzioni; superfici di tenuta e controlli restano da chiarire.



Impiegare il materiale in modo mirato

Nervature e tasche al posto di materiale pieno superfluo. Portata, comportamento in sinterizzazione e accessibilità per la lavorazione determinano la progettazione.



Componenti funzionali meccanici

Realizzare leve e meccanismi di bloccaggio complessi vicino alla forma finale. Fori, superfici di contatto e requisiti di usura vengono considerati in modo mirato.



Varianti e parti di ricambio

Utilizzare interfacce comuni per versioni diverse. Modifiche al corpo base possono richiedere una nuova progettazione per la sinterizzazione.

Una geometria condivisa può ridurre l'onere.

Spessori di parete, supporti e distribuzioni di massa simili facilitano il trasferimento dell'esperienza produttiva alle varianti. La trasferibilità viene verificata sul componente specifico.

Concetti applicativi illustrativi, non referenze clienti FIT documentate.

Insieme verso la progettazione giusta

I vostri requisiti e il nostro know-how produttivo costituiscono la base per il passo successivo.



SERVIZIO 01

Verificare insieme l'idoneità

Voi conoscete la funzione e le condizioni d'impiego. I nostri esperti di produzione valutano con voi geometria, obiettivo di materiale e quantità, nonché i possibili rischi in stampa, sinterizzazione e lavorazione successiva. Il vostro risultato: una valutazione dell'idoneità, i punti aperti e un passo successivo consigliato.



SERVIZIO 02

Valutare l'economicità

Confrontiamo insieme l'intera catena di produzione. Le vostre quantità, varianti e fabbisogni di fornitura costituiscono la base; includiamo anche processi alternativi adatti.

Il vostro risultato: una base decisionale con ipotesi; un'offerta concreta una volta chiariti i requisiti.



SERVIZIO 03

Sviluppare la progettazione

I nostri progettisti raccomandano modifiche, rielaborano geometrie esistenti o le sviluppano a partire dalla vostra descrizione funzionale. Voi concorrete a decidere sulle modifiche a funzioni e interfacce.

Il vostro risultato: una progettazione concordata per lo stato di sviluppo definito.

Chiarire ambito e costi prima di iniziare

Offriamo verifica approfondita, progettazione, sviluppo e produzione con offerta prima dell'inizio. Non ogni progetto richiede tutti i passaggi.

Dal campione alla fornitura concordata

Insieme definiamo quali risultati servono al vostro progetto per la decisione successiva.



SERVIZIO 04

Dimostrare la producibilità

I nostri esperti progettano l'approccio produttivo e realizzano i primi campioni. Valutiamo insieme i risultati in base ai criteri concordati in precedenza.

Il vostro risultato: campioni reali e una valutazione degli obiettivi di producibilità concordati.



SERVIZIO 05

Realizzare la produzione

Uniamo stampa, sinterizzazione, lavorazione successiva e controlli concordati. Concordiamo con voi stato di fornitura, versione e quantità.

Il vostro risultato: i componenti o i gruppi concordati con la documentazione definita.



SERVIZIO 06

Realizzare le varianti

Per varianti e parti di ricambio chiariamo insieme i requisiti. I nostri esperti verificano quali progettazioni ed esperienze di processo sono trasferibili.

Il vostro risultato: una soluzione produttiva con requisiti e modifiche chiaramente descritti.

Il passo successivo è un progetto campione?

L'obiettivo è chiaro? Materiale e funzioni critiche sono descritti? La producibilità deve ancora essere verificata nella pratica? Allora definiamo insieme l'ambito del campione. Ulteriori verifiche possono essere concordate separatamente.

08 / COME INIZIARE LO SVILUPPO

Verificare insieme la producibilità sul campione Sviluppo con primi campioni a partire da 5.000 €

L'offerta comprende un ambito di sviluppo e campionatura concordato per la verifica della producibilità.



Il risultato: campioni e una valutazione tecnica

Realizziamo i primi campioni e valutiamo gli obiettivi di producibilità concordati. I risultati costituiscono la base per la vostra prossima decisione di progetto.

Componente, obiettivo di materiale, ambito del campione e criteri di valutazione vengono definiti insieme prima dell'inizio. Se il prezzo d'ingresso sia adeguato al compito viene chiarito in base ai requisiti. Sono vincolanti l'ambito e il prezzo indicati nell'offerta.

Una prova funzionale o di durata completa e la qualifica di serie non sono quindi incluse automaticamente. Questi servizi vengono concordati separatamente in caso di necessità.

09 / ESTENSIONE DELLA FORNITURA

Prodotto fino al livello necessario.

FIT può fornire grezzi sinterizzati, componenti finiti o gruppi montati, in base al progetto.

**01 / GREZZO****Grezzo sinterizzato**

Lo stato grezzo concordato come punto di partenza per la vostra ulteriore lavorazione.

02 / COMPONENTE**Finito**

Con accoppiamenti, filettature, superfici di tenuta e ulteriori lavorazioni concordate.

03 / GRUPPO**Montato**

Con i componenti aggiuntivi e i servizi di montaggio concordati.

Lo stato di fornitura viene definito in anticipo.

Un accordo chiaro comprende versione e quantità, caratteristiche critiche, controlli e documentazione. In questo modo è stabilito quali lavorazioni esegue FIT e quali passaggi seguono presso di voi.

Un'offerta di produzione può essere anche direttamente il passo successivo.

Se progettazione e requisiti sono sufficientemente chiariti, non ogni progetto deve iniziare con una propria fase di sviluppo.

10 / IL PASSO SUCCESSIVO

Volete provare l'A-MIM? Ecco come fare.

La verifica congiunta inizia con un progetto esistente o un compito concreto.

1 Inviare il componente o il compito

Caricate i dati CAD nel part check. Inviare disegni o compiti senza una progettazione definitiva via e-mail.

2 Ricevere un primo orientamento

Chiariamo con voi se l'A-MIM è fondamentalmente un'opzione percorribile e quali informazioni mancano per una valutazione solida.

3 Concordare il passo successivo

Definiamo insieme prestazione, risultato e costi. I lavori approfonditi iniziano sulla base dell'ambito concordato.

PART CHECK

Iniziate con il vostro componente

Scansionate il codice QR o aprite il link:

clicktofit.com/a-mim/bauteilcheck/



In alternativa, contattate direttamente il team FIT:

contact@fit.technology · FIT AG, Lupburg

Sono utili quantità, requisiti di materiale, funzioni critiche e tempistiche necessarie. Un primo orientamento può essere gratuito; una valutazione approfondita può essere a pagamento a seconda dell'impegno richiesto. Lo chiariamo prima di iniziare.

Basi: clicktofit.com/a-mim/ e descrizione dei servizi FIT. Confronto di processo integrato con HP "Metal Jet technology", descrizione tecnica: hp.com/go/metaljet. Aggiornato a: ottobre 2026.

Immagini dei componenti: concetti applicativi illustrativi, non referenze clienti FIT documentate. Possibilità tecniche, servizi ed estensione della fornitura sono da concordare in base al progetto. È vincolante l'offerta.