

POLITECNICO DI TORINO



Corso di laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica

Tesi di laurea Magistrale

Progettazione e costruzione di calibri funzionali
per la validazione di componenti

Il relatore

Prof. Stefano Tornincasa

Il candidato

Alberto Massaglia

Anno accademico 2018-2019

Sommario

- 1. ABSTRACT**
- 2. PARTE 1. INTRODUZIONE**
 - 2.1. IL DISEGNO TECNICO
 - 2.2. LE TOLLERANZE
 - 2.2.1. GD&T (Geometric Dimensioning & Tolerancing)
 - 2.2.2. Tolleranze di posizione
 - 2.3. GD&T PRINCIPI FONDAMENTALI
 - 2.3.1. Principio di inviluppo
 - 2.3.2. Principio di indipendenza
 - 2.3.3. Principio di simultaneità
 - 2.4. MODIFICATORI DI MATERIALE
 - 2.4.1. Massimo materiale
 - 2.4.2. Minimo materiale
 - 2.4.3. Applicazione del bonus dovuto al massimo materiale
 - 2.4.4. Quando applicare il principio di massimo materiale
- 3. PARTE 2 : PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE DI CALIBRI FUNZIONALI**
 - 3.1. IL COMPONENTE
 - 3.2. QUOTATURA DEL DISEGNO
 - 3.3. PRINCIPALI DIFFERENZE DI STANDARD ISO GSP E ASME GD&T
 - 3.4. STRUMENTI DI CONTROLLO
 - 3.4.1. Calibro funzionale ABC
 - 3.4.2. Calibro funzionale ADC
 - 3.4.3. Componenti dei calibri
 - 3.5. PRODUZIONE DEL CALIBRO
 - 3.5.1. Calibro 1: riscontro principale 1
 - 3.5.2. Calibro 2: riscontro principale 2
 - 3.5.3. Calibro 2: riscontro mobile 2
 - 3.5.4. Perni
 - 3.6. COLLAUDO DEL CALIBRO
 - 3.7. UTILIZZO DEL CALIBRO

3.7.1. Misura mediante riscontro principale n°1

3.7.2. Misura mediante riscontro principale n°2

3.8. CONDIZIONE DI CONTROLLO DIMENSIONALE

3.9. VANTAGGI E ESANTAGGI DEL CALIBRO FUNZIONALE

4. CONCLUSIONE

5. BIBLIOGRAFIA

6. APPENDICE

1. ABSTRACT

Questa tesi ha lo scopo di mostrare il metodo e gli strumenti di controllo di un componente quotato secondo normativa ASME.

La prima parte è una introduzione ai concetti alla base della quotatura e del dimensionamento tollerato dei componenti. Saranno trattati alcuni dei principi fondamentali, che verranno rianalizzati nella fase di controllo del componente realizzato.

Nella seconda parte viene illustrato il particolare realizzato e il suo processo di verifica dimensionale mediante calibri funzionali. In particolare, a partire dal disegno con quotatura secondo normativa ASME, si è provveduto all'individuazione delle dimensioni tollerate, al progetto di un sistema di controllo e alla verifica della conformità delle dimensioni. In aggiunta per entrambi i sistemi vi è stata la possibilità di costruirli nell'azienda familiare tramite lavorazione su macchinari a controllo numerico. I codici di programmazione CNC realizzati per effettuare le lavorazioni sono riportati in appendice.

Infine vengono evidenziati i vantaggi e gli svantaggi che derivano dall'utilizzo di questa metodologia di controllo dimensionale in un ambiente di produzione.

2. PARTE 1: INTRODUZIONE

2.1. IL DISEGNO TECNICO

Il disegno tecnico è lo strumento che permette tradurre in maniera scritta e univoca le indicazioni dimensionali di un qualsiasi particolare di cui è necessaria una produzione. A seconda del campo di impiego vi sono varie tipologie di disegni, con differenti unità di misura, annotazioni, indicazioni convenzionate; quello che non cambia è lo scopo dello stesso: essere comprensibile, preciso e soprattutto privo di ambiguità. In questo elaborato la tipologia di disegno che verrà trattato sarà di ambito tecnico industriale, inerente dunque alla produzione di particolari meccanici.

Come ogni linguaggio di espressione, anche il disegno tecnico ed i conseguenti metodi di annotare ed indicare le dimensioni caratteristiche, hanno subito delle mutazioni nel tempo. Per questo motivo esistono enti che hanno regolamentato e creato alcune normative da seguire in fase di realizzazione di un disegno tecnico.

Le normative più famose ed ampiamente utilizzate nel campo del disegno meccanico sono la normativa ISO e la normativa ASME.

Con norme ISO si intende in generale una serie di norme ed indicazioni realizzate dalla “Organizzazione internazionale per la normazione (ISO - *International Organization for Standardization*)”, la quale opera in vari campi tra cui appunto l’ambito ingegneristico-meccanico. In questo caso la normativa che verrà utilizzata come termine di paragone sarà la ISO 1101:2017 e 5458:2018.

La normativa ASME prende il nome dalla associazione Statunitense “American Society of Mechanical Engineers”. Questa associazione fu fondata nel 1880 da ingegneri il cui scopo era trovare soluzioni e risolvere numerose problematiche verificate all’epoca su recipienti in pressione. Col tempo è poi diventata un’organizzazione a più ampio raggio ed oggi è un ente di riferimento per numerosi

standard tecnici a livello mondiale. In questo caso la normativa a cui ci si riferirà in fase di quotatura è la ASME Y14.5 – 2018. Essendo un'organizzazione americana ne consegue che gli standard, ed in particolare questa normativa, vengano ampiamente utilizzati oltre oceano; tuttavia negli ultimi anni essa sta trovando largo impiego nelle aziende europee per vari fattori, primi tra tutti la maggior comprensione e attitudine alla verifica dei componenti, che verranno evidenziati e saranno facilmente comprensibili nella parte 2 di questo elaborato, durante un'applicazione pratica della stessa.

2.2. LE TOLLERANZE

L'inevitabile imprecisione dei processi di fabbricazione non consente di realizzare oggetti le cui dimensioni corrispondano esattamente alle dimensioni nominali, ovvero quelle stabilite dal progetto. E' dunque necessario definire il valore massimo e il valore minimo che una feature può assumere: la differenza tra questi valori limite entro i quali devono ricadere le dimensioni della feature rappresenta il campo di tolleranza. Per praticità nell'utilizzo e nella comprensione possono essere suddivise in tre macro categorie.

Le tolleranze dimensionali rappresentano la differenza algebrica tra la dimensione massima e minima, cioè l'intervallo entro il quale può oscillare la dimensione effettiva.

Le tolleranze geometriche valutano invece la macro-geometria dell'oggetto e verranno trattate nel dettaglio in seguito.

Le tolleranze superficiali valutano la micro-geometria del prodotto. Un esempio è la rugosità cioè le irregolarità che presenta una superficie sottoposta ad una lavorazione meccanica.

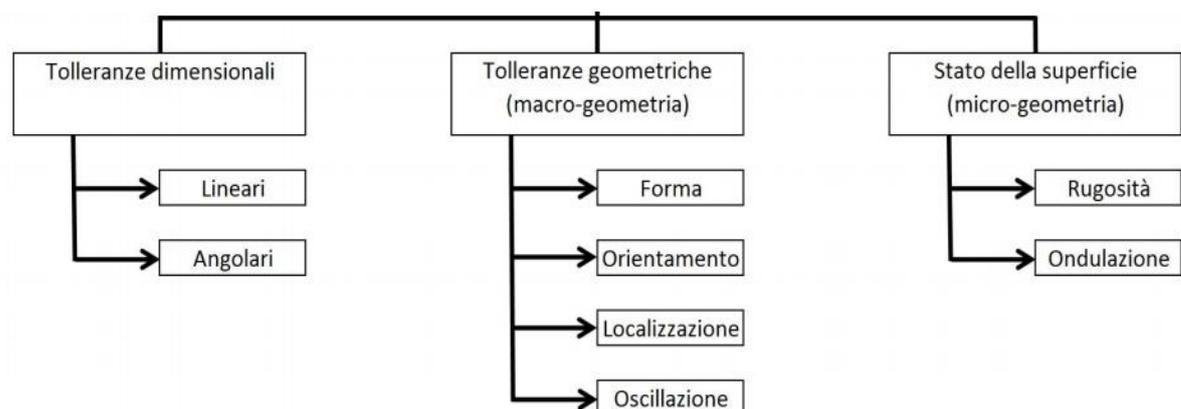


Figura 1.

2.2.1. GD&T (Geometric Dimensioning & Tolerancing)

L'utilizzo delle sole tolleranze dimensionali fa sì che un componente venga valutato solo per quanto riguarda le dimensioni, trascurando di fatto quella che è la sua forma. Questo può essere molto dannoso se si considerano gli accoppiamenti a cui deve essere sottoposto il componente. Se ad esempio il particolare deve essere montato "a scorrimento", il fatto che non vengano posti limiti sulla rettilineità e sulla cilindricità può portare al non funzionamento dell'assieme, ma anche addirittura al danneggiamento dell'intero gruppo.

Per questo motivo è necessario adottare ulteriori accorgimenti e controlli sui componenti prodotti, introducendo di fatto le tolleranze geometriche. Esse si riferiscono agli errori di forma delle superfici reali rispetto alle ideali. "Una tolleranza geometrica stabilisce lo spazio (area o volume) entro il quale deve trovarsi l'elemento oggetto della tolleranza stessa".

Esistono vari tipi di tolleranze geometriche, ed in base ai campi e alle features che analizzano possono essere raggruppate in 4 macro-gruppi: tolleranze di Forma, Orientamento, Posizione, Oscillazione. Esse vengono così definite:

- *Tolleranze di forma*

"Stabiliscono i limiti di variabilità di un elemento geometrico rispetto alla forma ideale riportata a disegno. Sono tolleranze "assolute" (tranne alcune eccezioni) in quanto non necessitano, per essere definite, di elementi di riferimento."

- *Tolleranze di orientamento*

"Stabiliscono i limiti di variabilità di un elemento geometrico rispetto ad uno o più elementi di riferimento."

- *Tolleranze di posizione*

"Stabiliscono i limiti di variabilità di un elemento geometrico rispetto ad una posizione ideale stabilita a disegno con riferimento ad uno o più elementi assunti come riferimento."

- *Tolleranze di oscillazione*

“Stabiliscono i limiti di variabilità di un elemento geometrico rispetto ad una rotazione attorno ad un asse di riferimento.”

All’interno di questa classificazione si raggruppano tutte le tolleranze geometriche. Di seguito uno schema che illustra le suddivisioni.

TOLLERANZE		CARATTERISTICA OGGETTO DI TOLLERANZA	SEGNO GRAFICO
Su elementi singoli	Tolleranze di forma	Rettilineità	—
		Planarità	
		Circolarità	
		Cilindricità	
Su elementi singoli od associati		Forma di una linea qualunque	
		Forma di una superficie qualunque	
Su elementi associati	Tolleranze di orientamento	Parallelismo	//
		Perpendicolarità	⊥
		Inclinazione	
	Tolleranze di posizione	Localizzazione	
		Concentricità e coassialità	
		Simmetria	
	Tolleranze di oscillazione	Oscillazione circolare	
		Oscillazione totale	

Figura 2: tipi di tolleranze geometriche.

Di particolare rilevanza è la tolleranza di posizione, la quale è una delle più utilizzate nei disegni comuni e verrà utilizzata in seguito per il controllo del componente realizzato.

2.2.2. Tolleranza di posizione

Le tolleranze di posizione servono a definire uno scostamento massimo tra due elementi. In particolare uno dei due elementi viene preso come riferimento; di conseguenza è necessario che l'altro elemento non si discosti oltre un limite definito. La scelta dell'elemento di riferimento è determinata in base a considerazioni funzionali.

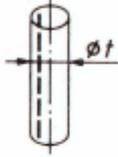
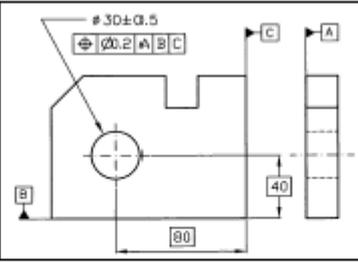
Zona di tolleranza	Indicazione a disegno	Interpretazione
		<p>L'asse del foro deve essere compreso in un cilindro di diametro 0,2 mm con asse ortogonale al piano di proiezione giacente nella posizione teorica esatta del foro considerato nel riferimento A-B-C.</p>
<p>Zona di tolleranza definita da un cilindro di diametro t avente asse nella posizione teorica indicata.</p>		

Figura 3: applicazione di una tolleranza di posizione ad un foro.

Assume una particolare importanza la “zona di tolleranza” ovvero il volume cilindrico generato dalla rivoluzione di un asse parallelo all'asse del foro ideale in rotazione attorno allo stesso, con distanza (raggio del cilindro) pari a metà della tolleranza di posizione.

2.3. GD&T PRINCIPI FONDAMENTALI

Il dimensionamento mediante tolleranze geometriche, che sia seguendo normativa ASME o ISO, va relazionato ad alcuni principi fondamentali caratteristici delle stesse, i quali sono applicati in maniera automatica salvo annotazioni differenti.

2.3.1. Principio di involuppo

Il principio di involuppo è la rule #1 dello standard ASME Y14.5, secondo il quale “non deve essere superato l’involuppo della forma perfetta corrispondente alla condizione di massimo materiale di un elemento”. Il principio di involuppo può anche essere utilizzato secondo la normativa ISO, applicando il simbolo cerchiato E.

Questo principio può essere applicato a features esterne ed interne. Nel primo caso viene richiesto che tutta la geometria della feature del componente sia inscrivibile all’interno di un cilindro idealmente perfetto e che ha le dimensioni del componente al massimo materiale.

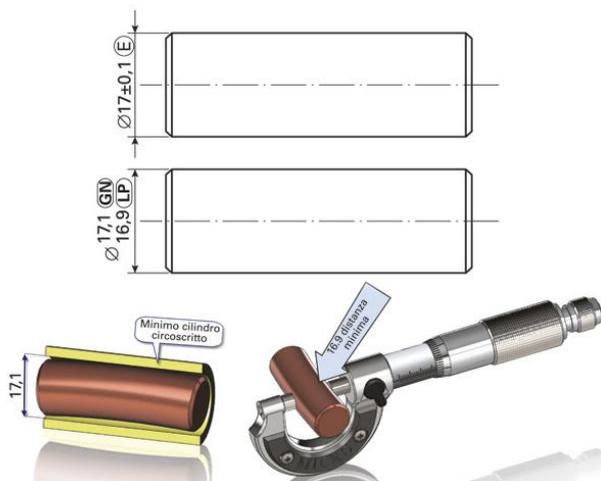


Figura 4.

Nel caso di feature interne, è richiesto che all’interno della geometria della feature sia inscrivibile un albero idealmente perfetto che ha le dimensioni del foro al massimo materiale.

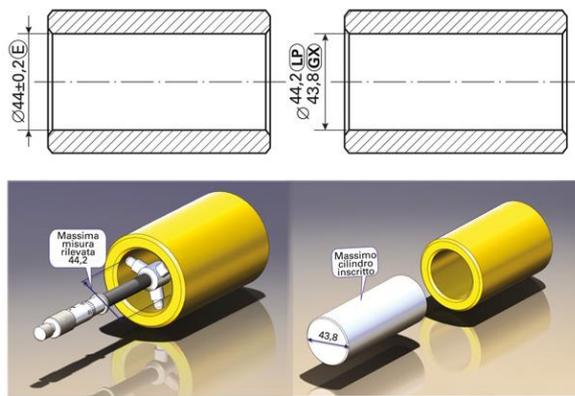


Figura 5.

Si presta bene dunque l'utilizzo di oggetti (chiamati calibri funzionali) che vengono realizzati in modo da avere la geometria perfetta richiesta ed utilizzati quindi per testare la feature secondo questo principio.

2.3.2 Principio di indipendenza

“Il principio di indipendenza afferma che ciascuna prescrizione di tolleranza dimensionale e geometrica riportata a disegno deve essere rispettata in sé stessa, in modo indipendente, salvo il caso in cui non siano prescritte condizioni particolari.”

Conseguentemente le tolleranze geometriche devono essere valutate in tempi diversi e con operazioni distinte rispetto alle dimensionali in fase di validazione del particolare, e vengono applicate senza tener conto delle dimensioni dell'elemento. Questo principio è caratteristico della normativa ISO, mentre si contrappone alla metodologia usata secondo normativa ASME (forma perfetta al massimo materiale).

2.3.3. Principio di simultaneità

Il principio di simultaneità indica che i controlli di posizione e di forma localizzati dagli stessi datum e con gli stessi modificatori di materiale devono essere applicati in simultaneamente.

Citando la norma ASME Y14.5-2009:

“Un principio di simultaneità si applica alle tolleranze di posizione e di forma che sono individuate da quote semplici, relative a comuni elementi di riferimento (datum) menzionati nello stesso ordine di precedenza. Il requisito di simultaneità non esiste se non sono usati i riferimenti datum. In tal caso, per conseguire il principio di simultaneità nei controlli di posizione o di forma di una superficie, è necessario usare la nota locale seguente: SIM REQT”.

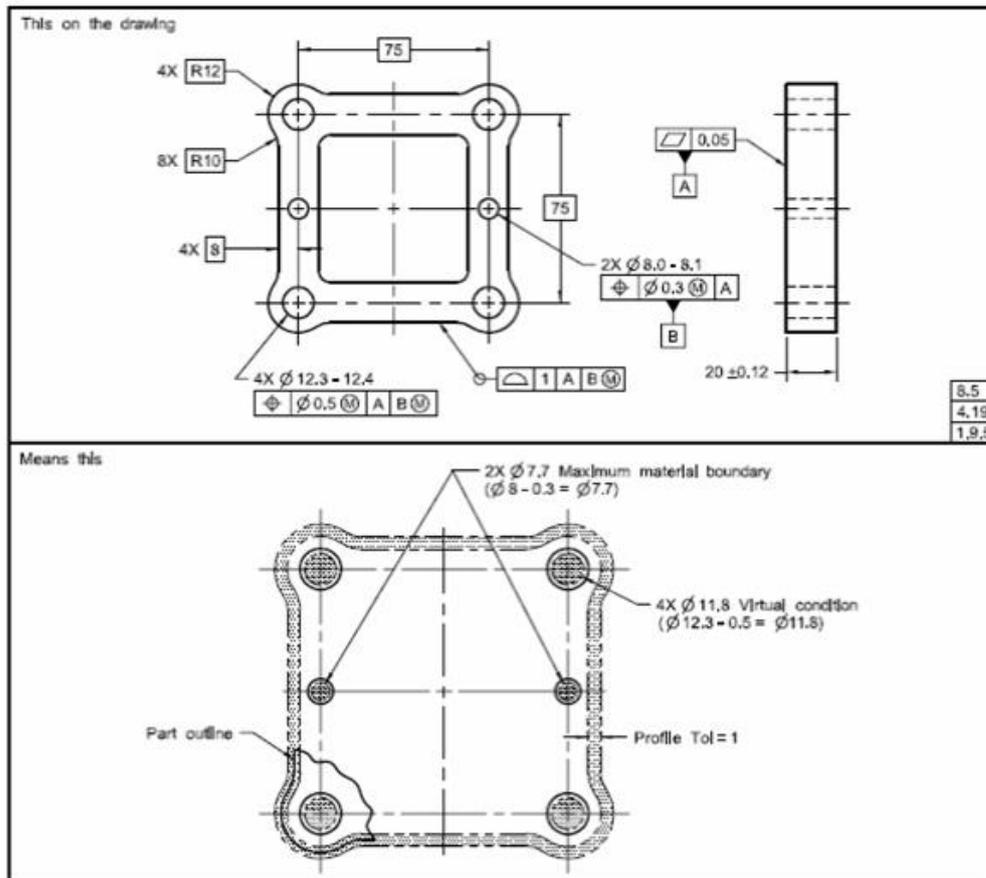


Figura 6. Esempio di applicazione del principio di simultaneità per i 4 fori della piastra con rappresentazione ASME

Per poter applicare il principio di simultaneità nelle norme ISO è necessario aggiungere il simbolo SIM1.

2.4. MODIFICATORI DI MATERIALE

I modificatori di materiale nelle misurazioni GD&T sono le indicazioni che specificano una particolare condizione in cui va considerato il materiale al momento della misura. Si pongono in aggiunta all'indicazione del valore della tolleranza e fanno sì che questo valore possa subire un incremento virtuale. Ne consegue che i pezzi prodotti abbiano un margine di errore ed accettazione differente.

2.4.1. Massimo materiale

Definizione:

MMC (Maximum Material Condition - Condizione del materiale massima) o MMB (Maximum Material Boundary - Contorno del materiale massimo)

“Specifica la condizione del materiale massima delle dimensioni di abbinamento effettive della feature. Per i fori, ciò significa le dimensioni più piccole che il foro può avere per essere adatto al perno corrispondente. Per i perni, o altre feature che estrudono da una parte, ciò significa le dimensioni più grandi che la feature può avere per rientrare nel foro corrispondente.”

Come dice il nome è la condizione in cui il pezzo ha il maggior materiale possibile pur rimanendo all'interno del campo di tolleranza.

Ai fini produttivi è una condizione che è utile mantenere in quanto permette al pezzo di essere “ripreso ” e rilavorato (in caso ad esempio un errore superficiale da risolvere) pur rimanendo nel campo di tolleranza richiesto.

Il principio di massimo materiale rappresenta un'eccezione al principio di indipendenza: esso tiene conto del fatto che le tolleranze di forma o di posizione prescritte possono essere ampliate quando le dimensioni effettive non raggiungono le condizioni di massimo materiale.

“In un accoppiamento tra due componenti la capacità dei particolari di contenere errori geometrici entro i limiti delle tolleranze dimensionali assegnate è massima nella condizione di minimo materiale, mentre si riduce a zero in condizione di massimo materiale (condizione più sfavorevole).”

2.4.2. Minimo materiale

Definizione: *LMC (Least Material Condition - Condizione del materiale minima) o LMB (Least Material Boundary - Contorno del materiale minimo)*

“Specifica la condizione del materiale minima delle dimensioni di abbinamento effettive della feature.”

Questa condizione è particolarmente utile in caso di fori realizzati vicino a bordi. In questi casi infatti è doveroso mantenere una determinata distanza dal bordo, in modo che questi non diventi eccessivamente sottile indebolendo il componente.

2.4.3. Applicazione del bonus dovuto al massimo materiale

Quando si seleziona un modificatore di materiale massimo o minimo può essere utile un software di controllo qualità, come Power Inspect o GOM Inspect, il quale utilizza un bonus per aumentare la tolleranza, a seconda dell'accuratezza della feature. La modalità di calcolo del bonus dipende dal tipo di feature misurata, e la differenza tra i suoi valori misurati e nominali (**tabella 1**).

Tipo di feature	Modificatore di materiale	Bonus
Foro Ad esempio, un cilindro	MMC o MMB	Diametro misurato - (Valore nominale - Tolleranza inferiore)
Foro Ad esempio, un cilindro	LMC o LMB	(Valore nominale + Tolleranza superiore) - Diametro misurato

Tabella 1.

Da questo ne consegue che nel caso ad esempio di tolleranza di posizione non è sufficiente limitarsi al valore numerico della tolleranza, ma è necessario fare ulteriori considerazioni tenendo conto dei modificatori presenti.

Un esempio pratico per individuare il “bonus” dovuto al massimo materiale viene esposto nella parte 2 di questo elaborato.

2.4.4. Quando applicare il principio di massimo materiale

L'applicazione del principio di massimo materiale comporta, in generale, una riduzione degli scarti di produzione. Permette di accettare particolari prodotti i quali, se ci si fosse limitati alle sole tolleranze geometriche, sarebbero stati di scarto.

Conseguenza dell'applicazione del principio di massimo materiale è dunque un virtuale ampliamento delle tolleranze geometriche imposte. Nonostante l'evidente vantaggio ciò può non essere sempre accettabile dal punto di vista funzionale.

“Il progettista deve sempre decidere se risulta possibile l'applicazione di principio di massimo materiale alle tolleranze interessate” (UNI 7226/2)

- *Applicazione possibile*

Collegamenti in assenza di moto relativo che non svolgono funzioni di riferimento; ad esempio fori passanti per collegamenti con bulloni.

- *Applicazione sconsigliata*

Collegamenti che hanno rilevanza notevole dal punto di vista funzionale; ad esempio collegamenti cinematici, centri di ingranaggi, accoppiamenti fissi aventi funzioni di riferimento.

3. PARTE 2: PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE DI CALIBRI FUNZIONALI

3.1. IL COMPONENTE

Il componente caso di studio è una piastra in alluminio delle dimensioni 136mmx76mmx20mm (figura 7).

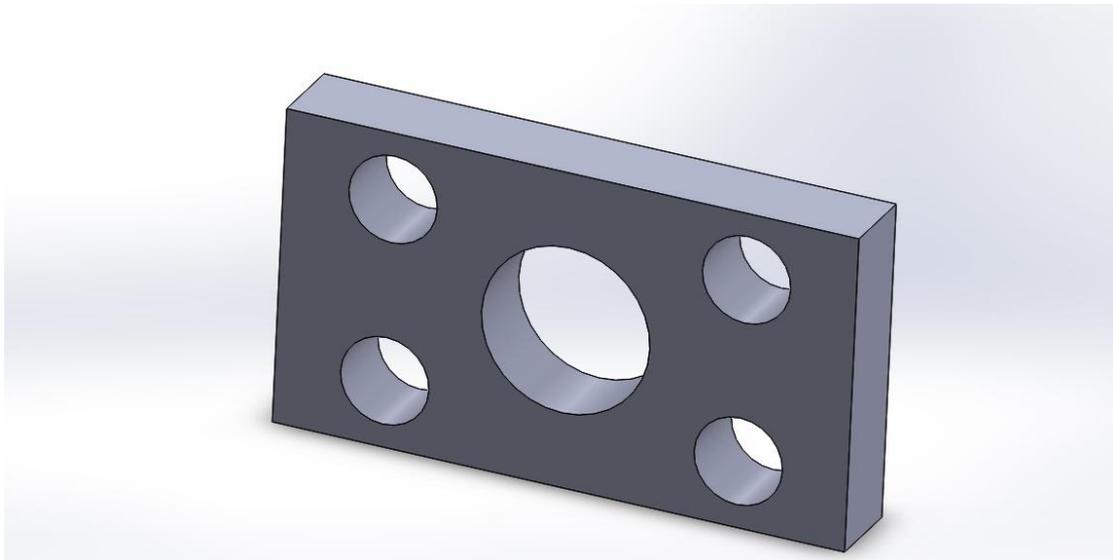


Figura 7.

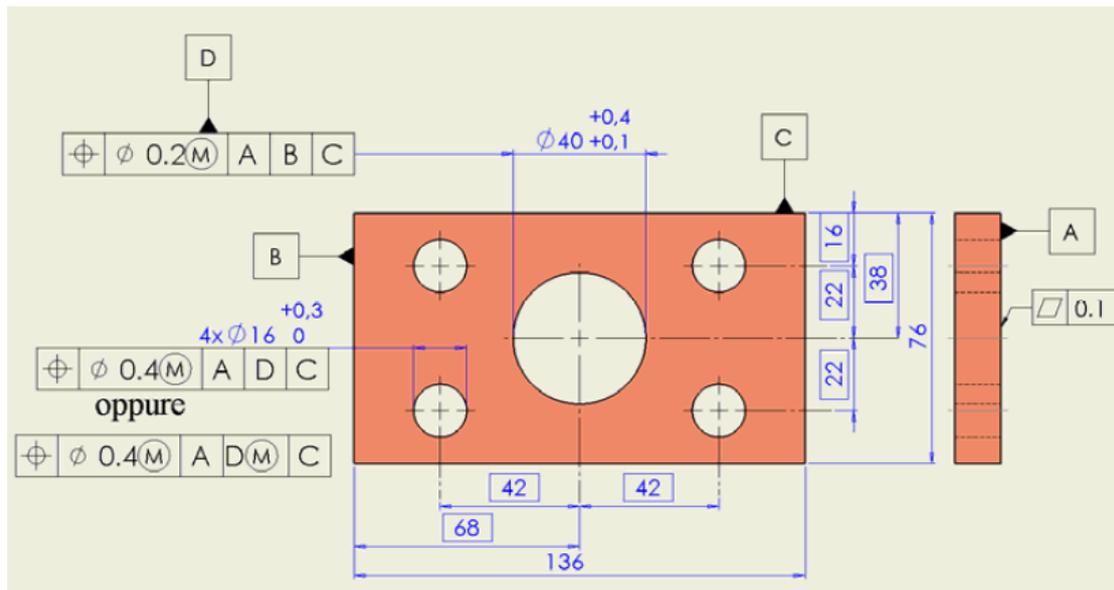


Figura 8. Modello quotato MBD

La piastra presenta un pattern rettangolare di n°4 fori diametro 16 mm per il passaggio di attrezzature utilizzate per il fissaggio della piastra. Nella parte centrale è presente un foro diametro 40 mm che andrà accoppiato in fase di montaggio del componente con un albero. All' utilità di queste features ne consegue che le dimensioni di riferimento siano quote funzionali.

3.2. QUOTATURA DEL DISEGNO

Disegno quotato secondo normativa ASME

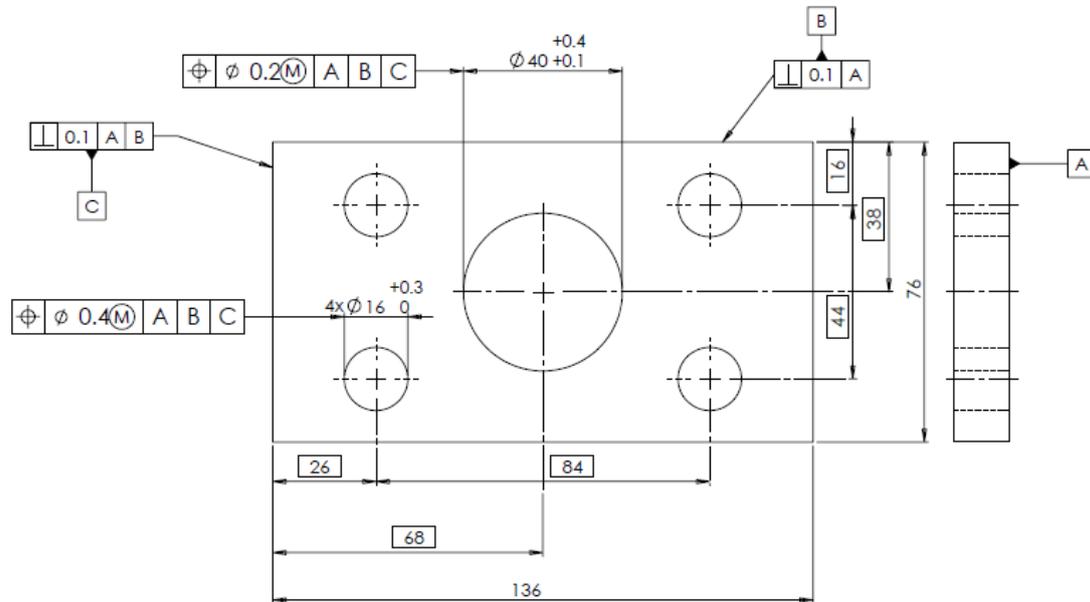
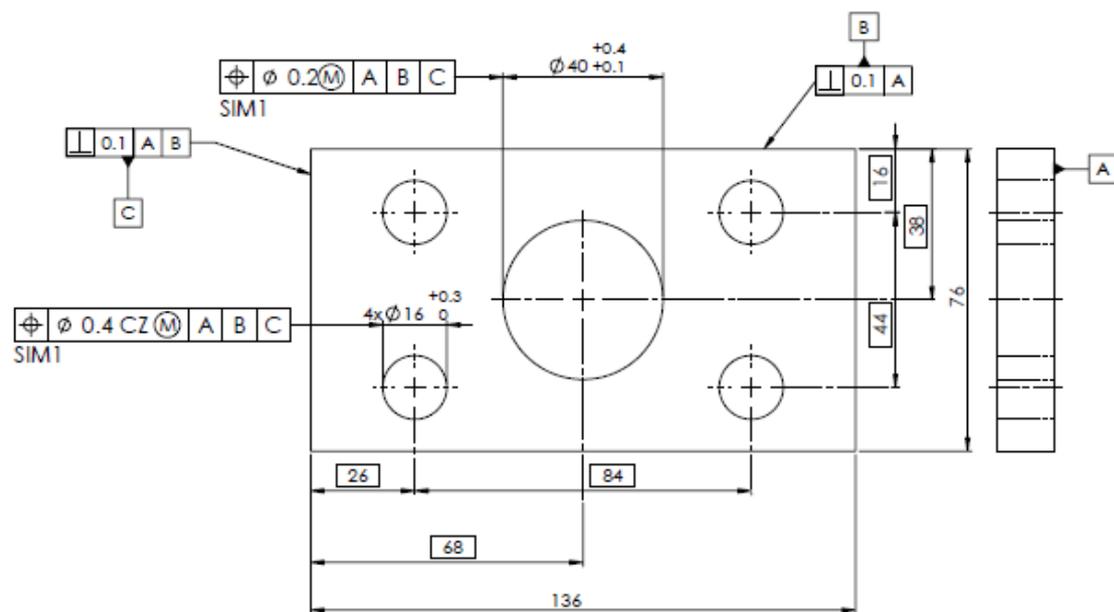


Figura 9.

Disegno quotato secondo normativa ISO 2768 m-K



Toll generali ISO 2768 m-K

Figura 10.

Le caratteristiche principali dei due disegni, come accennato in precedenza, sono la presenza di due features di foratura. La prima è il foro centrale diametro 40 mm, il quale è tollerato per la dimensione con un range di tolleranza di 0.3 mm. Per quanto riguarda la posizione vi è una tolleranza di 0.2 mm rispetto ad i piani laterali della piastra. Questi ultimi fanno parte dei riferimenti principali della piastra e sono i datum B e C.

La seconda feature è il pattern composto dai 4 fori. Anche questo è tollerato per la dimensione con un range questa volta di 0.2 mm. Per quanto riguarda la posizione ha una tolleranza di 0.4 mm rispetto ad uno dei piani di riferimento della piastra ed al foro centrale diametro 40 mm trattato in precedenza.

Come si evince dai disegni, la quotatura secondo normativa ASME presenta diversi vantaggi rispetto ad un analogo disegno quotato secondo normativa ISO.

In particolare la maggior semplicità del disegno. Lo scopo delle tolleranze è far sì che il pezzo prodotto possa essere assemblato nel gruppo o nella posizione per cui è stato progettato. A parità di indicazioni per ottenere che lo stesso prodotto sia conforme, la notazione ASME presenta un numero inferiore di annotazioni ed indicazioni, facilitando i progettisti per quanto riguarda la stesura del disegno, riducendo notevolmente il rischio di errori, ambiguità o tolleranze, ed i tecnici in produzione per quanto riguarda la lettura dello stesso.

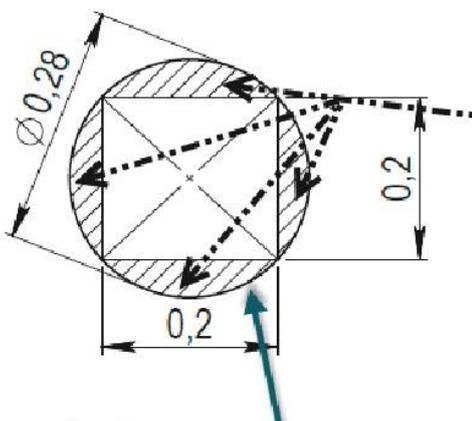


Figura 11

Servendosi dell'analisi di questi disegni è doveroso evidenziare un ulteriore vantaggio dell'utilizzo delle tolleranze geometriche in fase di quotatura, ed in particolare delle tolleranze di posizione. Come accennato in precedenza esse definiscono un'area virtuale all'interno della quale si deve trovare il centro del foro per poter essere accettato. Se si

volesse indicare la stessa posizione usando una quotatura tradizionale quest'area sarebbe un quadrato, nel caso di quotatura GD&T invece è il cerchio circoscritto (come visibile in figura). Ne consegue che con quotatura GD&T l'area virtuale di tolleranza accettabile è maggiore (+57%) e di conseguenza anche il range di accettazione dei pezzi prodotti. L'obiettivo principale rimane invariato: il funzionamento del pezzo prodotto.

3.3. PRINCIPALI DIFFERENZE TRA GLI STANDARD ISO GPS E ASME GD&T

Nel quotidiano l'utilizzo di componenti progettati tramite strumenti CAD, ha reso preponderante la presenza di geometrie particolari. Inoltre la globalizzazione della produzione ha reso fondamentale che anche gli standard internazionali, la descrizione ed il dimensionamento tridimensionale diventino chiari ed univoci.

Alla luce di ciò, l'adozione delle norme ISO GPS o ASME GD&T può rappresentare il giusto sentiero da seguire in risposta ai requisiti specifici di ciascuna azienda, in modo da offrire un quadro normativo non ambiguo, con regole semplici e coerenti, eliminando incertezze e confusione nelle fasi di progettazione, realizzazione e verifica.

Appare così opportuno sottolineare le principali differenze tra gli standard ISO GPS e ASME GD&T, evidenziate nell'analisi condotta nel libro "Technical Product Documentation Using Iso Gps and Asme Gd&T standards":

La principale differenza tra i due standard riguarda il concetto di interdipendenza tra forma e dimensione, per cui la ISO si basa sul *principio di indipendenza*, mentre l'ASME vale il *principio di involuppo*.

La seconda differenza riguarda la descrizione della dimensione di un elemento: la ISO adotta la concezione di un dimensionamento gaussiano, secondo il quale tutti i punti di una superficie dovrebbero cadere entro un involuppo che è ottenuto tramite il metodo dei minimi quadrati (questo significa che alcuni punti potrebbero giacere fuori un contorno che è definito dalla definizione della taglia). Gli standard ASME si basano invece sul concetto di mating size ("accoppiamento della taglia"), secondo il quale tutti i punti di una superficie dovrebbero cadere entro un involuppo che ha le dimensioni massime del materiale.

Gli standard ISO si basano sul *principio di dualità*, su una dualità tra definizione e verifica: qualunque cosa sia fatta durante il processo di definizione si riflette nel

corrente processo di misurazione. Le norme ASME, invece, descrivono la geometria accettabile di una parte, ma non come tale parte dovrebbe essere misurata.

Dal momento che il metodo di controllo maggiormente utilizzato è la CMM, la norma ISO viene spesso definita come “CMM friendly”. A partire dal pezzo reale viene effettuato un controllo sulle geometrie derivanti dal processo di fabbricazione. Vengono estrapolate le geometrie e le features del pezzo le quali vengono confrontate col modello CAD realizzato in fase di progettazione. Lo standard ASME predilige invece l’“hard gauging”, ovvero, è possibile realizzare calibri funzionali che forniscono una rappresentazione reale della zona di tolleranza. Questo principio è basato sull’idea di specificare le zone geometricamente perfette entro cui le superfici reali dovrebbero essere trovate.

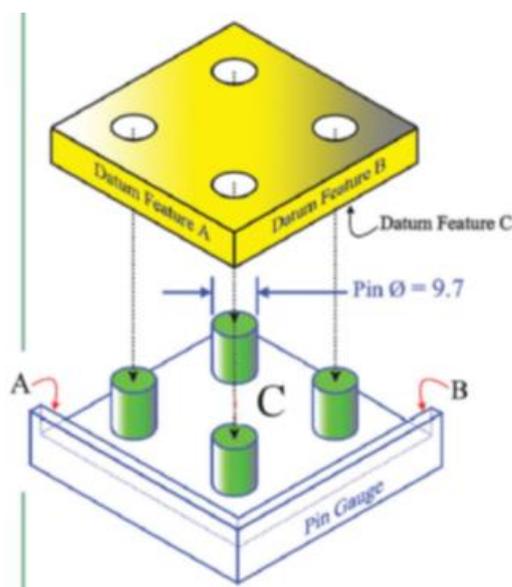


Figura 1: Calibro funzionale usato per verificare la localizzazione dei 4 fori di una piastra, il quale riproduce le peggiori condizioni di accoppiamento

Di rilevante importanza è anche il numero di documenti pubblicati nel corso degli anni: per quanto riguarda il linguaggio ISO si tratta di 150 diversi standard, mentre le normative ASME, a partire dagli anni 60, hanno sviluppato un singolo standard per definire le regole fondamentali del dimensionamento funzionale dei componenti; l’obiettivo è dunque quello di creare un sistema normativo ben definito e coerente che dia adito alla norma ASME Y14.5 del 2009.

Anche gli aggiornamenti in campo ISO sono in continua evoluzione infatti, a partire dal 2010, il numero delle norme è cresciuto enormemente e questo apporta molti cambiamenti che a volte contraddicono i precedenti standard. In campo Asme invece il sistema è più stabile; un nuovo standard GD&T viene rilasciato ogni 10-15 anni.

Negli standard ISO viene utilizzata la virgola come separatore dei decimali mentre gli standard ASME utilizzano il punto.

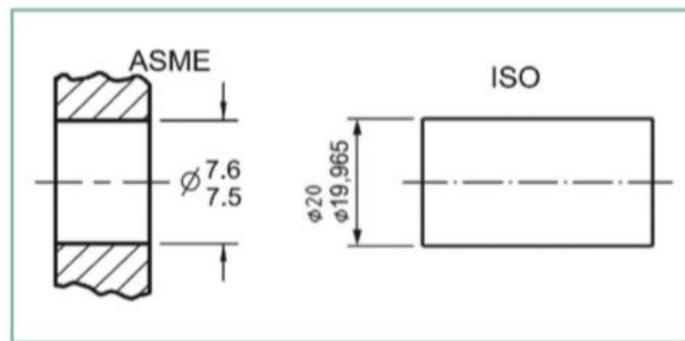


Figura 2: Utilizzo di un punto nelle norme ASME e di una virgola nelle norme ISO come separatore dei decimali

Infine nelle norme ASME, la tolleranza di localizzazione è usata solo per le feature of size. Nella ISO invece si possono usare indistintamente.

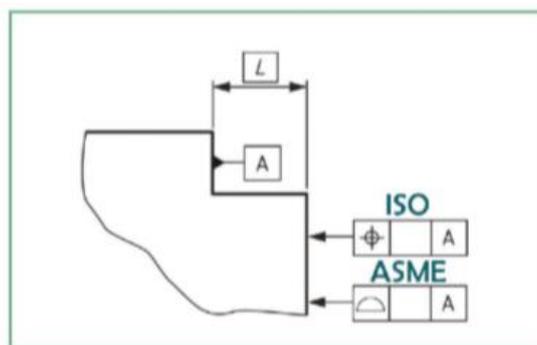


Figura 3: Gli standard ASME specificano che la tolleranza di localizzazione dovrebbe essere usata solo per le FOS, mentre le norme ISO ne permettono l'utilizzo per localizzare una superficie

TABELLA COMPARATIVA ISO-ASME

		
Boundary Concept	Mating size	Least squares size
Specification vs. Verification	Describes the acceptable geometry of a part, not how the part might be measured	Duality between specification and verification
Underlying Theory	Hard gaging	CMM Friendly
Default	Envelope requirement	Principle of independency
Number of Standard documents	1	about 150
Rules vs. examples	Based on rules and examples	Based only on rules
Axis and Centerplane concept	Position and orientation tolerances of FOS (RFS) applied to ideal features, such as axes and centerplanes	Position and orientation tolerances of FOS (RFS) applied to an extracted median line and surface
Stability	Revised, on average, every 15 years	Many changes every year, introduction of new concepts and ideas

Tabella2: Tabella comparativa ISO-ASME da “Technical product documentation using ISO GPS- ASME GD&T Standards” S. Tornincasa

3.4. STRUMENTI DI CONTROLLO

Il particolare sarà controllato secondo le indicazioni presenti sul disegno quotato ASME. Per farlo è necessaria l'individuazione degli strumenti adatti allo scopo.

Si rende quindi necessario l'utilizzo di calibri funzionali.

Il calibro funzionale rappresenta sostanzialmente la materializzazione della feature che deve essere accoppiata nel caso peggiore in accordo con le tolleranze indicate nel disegno.

In questo caso vi sarà bisogno di due differenti calibri che controlleranno che le dimensioni effettive siano entro i parametri di progetto, uno per il controllo del foro centrale diametro 40 mm ed uno per il controllo dei 4 fori diametro 16 mm.

Questi calibri serviranno a simulare fisicamente le caratteristiche delle zone di tolleranza, permettendo anche di individuare eventuali incrementi "virtuali" di queste tolleranze tenendo conto delle dimensioni effettive delle features del componente da misurare (esempio condizione di massimo o di minimo materiale).

Non è possibile realizzare un solo strumento che possa effettuare entrambi i controlli in quanto per il controllo del pattern, essendo riferito al foro centrale, è necessario accoppiare il piano di riscontro del calibro con un ulteriore piano di riscontro mobile, che si possa avvicinare fin a bloccare la piastra da controllare in fase di misura.

3.4.1. Calibro funzionale ABC

Il primo calibro progettato per svolgere questo ruolo è composto da un blocco con due spallamenti. Sulla superficie che servirà da appoggio per la piastra (datum di riferimento A) è presente un foro che verrà utilizzato per l'inserimento del perno di controllo. Questo blocco verrà d'ora in poi nominato "riscontro principale 1". E' necessario eseguire il controllo di posizione del foro mediante l'utilizzo di questo calibro come prima operazione in quanto il foro controllato è uno dei datum del pattern composto dai 4 fori diametro 16 mm.

3.4.2. Calibro funzionale ADC

Il secondo calibro è costituito da un "simulatore" del riscontro A (nominato "riscontro principale 2"), un piano mobile per simulare il riferimento B ("riscontro mobile 2") ed un perno fisso che realizza il riferimento D con diametro virtuale pari a 39,9 mm ("perno cilindrico 1).

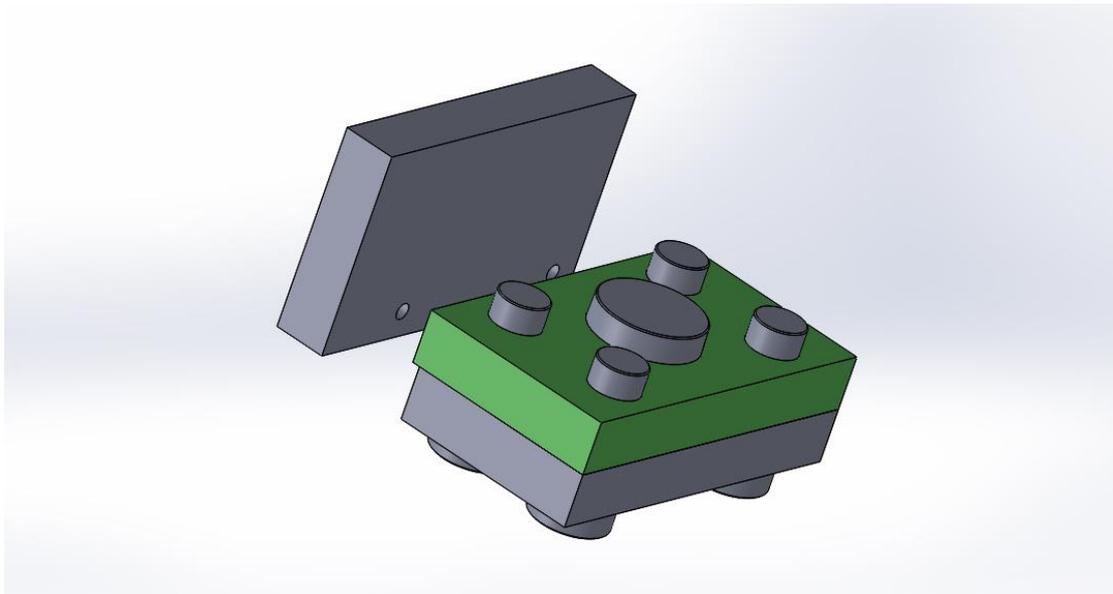


Figura 15. Calibro funzionale ADC.

Il piano Mobile serve a bloccare il componente inserito sul calibro di misura impedendone la rotazione. Successivamente al bloccaggio del particolare vengono inseriti i 4 perni diametro 15,6 mm che verificano il posizionamento del pattern dei fori secondo le tolleranze stabilite (“perno pattern”).

La dimensione del perno centrale è determinata dalla dimensione del foro da misurare combinato con la tolleranza di posizione: partendo dalla dimensione al minimo materiale 40,1 mm e sottraendo 0,2 mm di “errore concesso” si ottiene un diametro virtuale di 39,9 mm.

Il perno diametro di 39,9 mm fa sì che nel caso in cui il foro nella piastra abbia un diametro superiore a 40,1 mm sia possibile “shiftare” tutta la piastra di oltre i 0,2 mm indicati e di conseguenza aumentare in maniera virtuale la zona accettabile di posizione del pattern dei 4 fori diametro 16 mm. Per quest’ultimo controllo è doveroso sottolineare che i 4 perni di controllo vengono inseriti contemporaneamente (richiamando proprio la fase di futuro montaggio del componente nel suo alloggiamento), questo secondo il principio di simultaneità precedentemente esposto. Secondo la normativa ASME infatti, nonostante non vi siano indicazioni specifiche, l’individuazione di un pattern richiede che la misura delle tolleranze geometriche che lo riguardano avvenga contemporaneamente.

Le 4 spine da inserire nel pattern devono avere dimensione nominale 15,6 mm, questo poiché i 4 fori hanno una dimensione nominale di 16 mm - 0.4 mm di spostamento concesso rispetto alla dimensione ideale dovuto alla tolleranza di posizione.

L’utilizzo di un perno cilindrico diametro 39,9 mm per il controllo del pattern è dovuto al fatto che il datum D indicato nella quotatura è affiancato dal modificatore di massimo materiale.

Nel caso in cui invece il riferimento fosse stato senza alcun modificatore, la tolleranza di 0,4 mm era da considerarsi rispetto alla posizione assoluta del foro centrale (senza ulteriori shift). Sarebbe quindi stato necessario l’utilizzo di un perno di tipo conico, in modo che il posizionamento del foro centrale venisse bloccato qualunque fosse il diametro del foro centrale.

3.4.3. Componenti dei calibri

I componenti dei calibri sono dunque:

- riscontro principale 1 (calibro 1)
- riscontro principale 2 (calibro 2)
- riscontro mobile 2 (calibro 2)
- perno cilindrico 1 (calibro 1 e 2)
- perno pattern (calibro 2)
- perno conico (calibro 2 se caso senza modificatore max materiale)

3.5. PRODUZIONE DEL CALIBRO

Per la produzione dei calibri sono stati impiegati 2 macchinari a controllo numerico. Per quanto riguarda le piastre è stato utilizzato un centro di lavoro a 5 assi Mazak VTC300.



Figura 16.

Per quanto riguarda i perni è stato invece utilizzato un tornio a 6 assi Mazak Sqt 250 MSY.



Figura 17.

Di seguito si descrivono i passaggi caratteristici nella realizzazione dei particolari

3.5.1. Calibro 1: riscontro principale 1

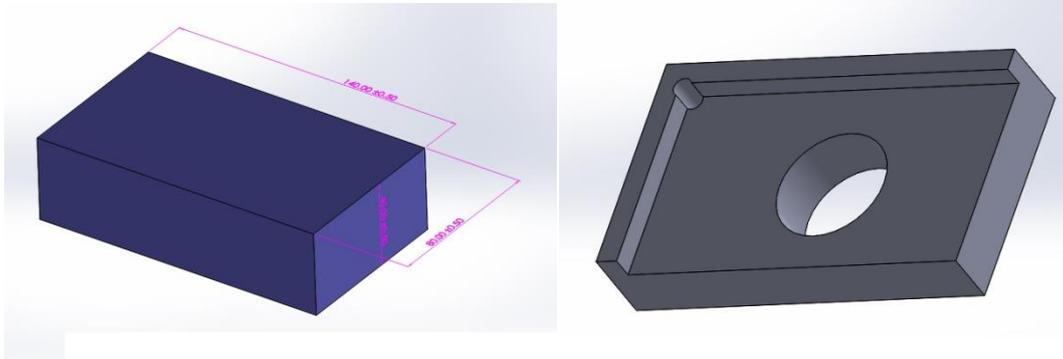


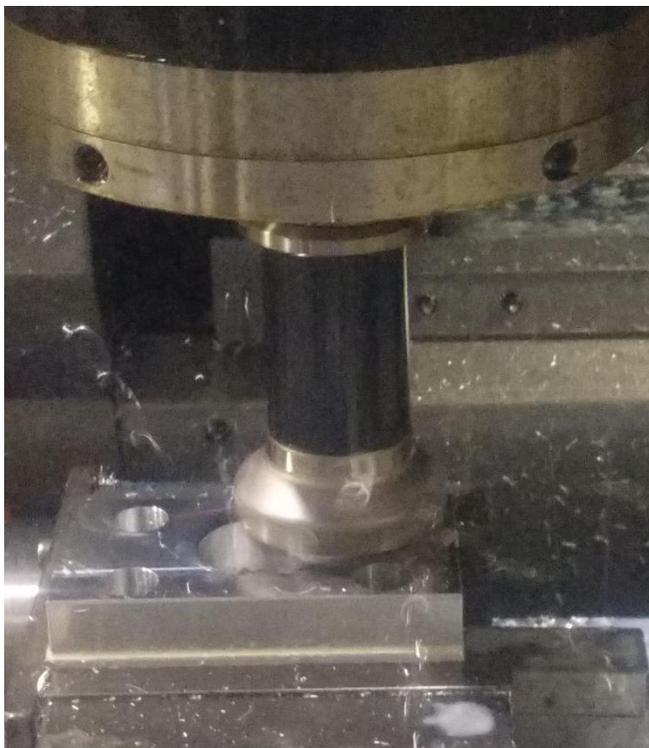
Figura 18.

Il grezzo di partenza è un blocco di alluminio delle dimensioni di 80x40x140 mm. Per prima cosa è necessario fare una lavorazione di messa in quadro del pezzo. In questo modo nelle lavorazioni successive, dove si dovrà asportare materiale mantenendo precisioni di centesimi, si riuscirà a bloccare il grezzo nei sistemi di fissaggio in maniera sicura e sarà possibile ottenere la precisione richiesta evitando che il pezzo si muova a causa delle sollecitazioni di lavorazione ricevute.

Nella seconda presa sono state eseguite le lavorazioni funzionali ovvero i fori dove dovranno essere inseriti i perni, la tasca centrale e la contornitura dei due spallamenti che fungeranno da riscontro B e C. Ai fini dello staffaggio del pezzo, della velocità di esecuzione ecc, sarebbe stato più pratico eseguire queste lavorazioni in tempi differenti e in prese differenti. Questo avrebbe portato vantaggi in termini di velocità di esecuzione (si sarebbe potuta usare una fresa a spianare anziché una fresa a candela con maggiori possibilità di asportazione di materiale per ogni giro), a scapito però della precisione del pezzo realizzato. Ogni volta che si movimentava un pezzo e lo si lavora in una presa differente vi è una possibilità in più di errore di staffaggio o di appoggio sui riscontri. È sufficiente che al momento del montaggio del pezzo in macchina vi sia una "sporcizia" o un truciolo residuo dalle lavorazioni precedenti di spessore anche solo qualche centesimo di millimetro per far sì che

l'intera lavorazione riporti errori di geometrie anche di decimi di millimetro. Il fatto invece di effettuare lavorazioni di features tollerate fra di loro tutte nella stessa presa fa sì che, salvo errori di programmazione, l'errore massimo geometrico sia solo quello proprio della macchina utilizzata. In questo caso il macchinario utilizzato ha una precisione di posizionamento inferiore a 0.005 mm/200mm ed una ripetibilità di 0.005 mm/200mm.

Come primo passaggio nella seconda presa è stata eseguita una fresatura di spianatura mediante una fresa a spianare a spallamento a 45 gradi.



Successivamente sono state eseguite le passate di sgrossatura, la tasca centrale tramite una fresa a spallamento retto diametro 63 mm e la foratura tramite punta a inserti.

Figura 19.

La finitura delle dimensioni del foro è stata realizzata mediante l'utilizzo di una fresa a 4 taglienti in metallo duro ad alta precisione. Questo al fine di poter realizzare una dimensione con grado di tolleranza IT5.

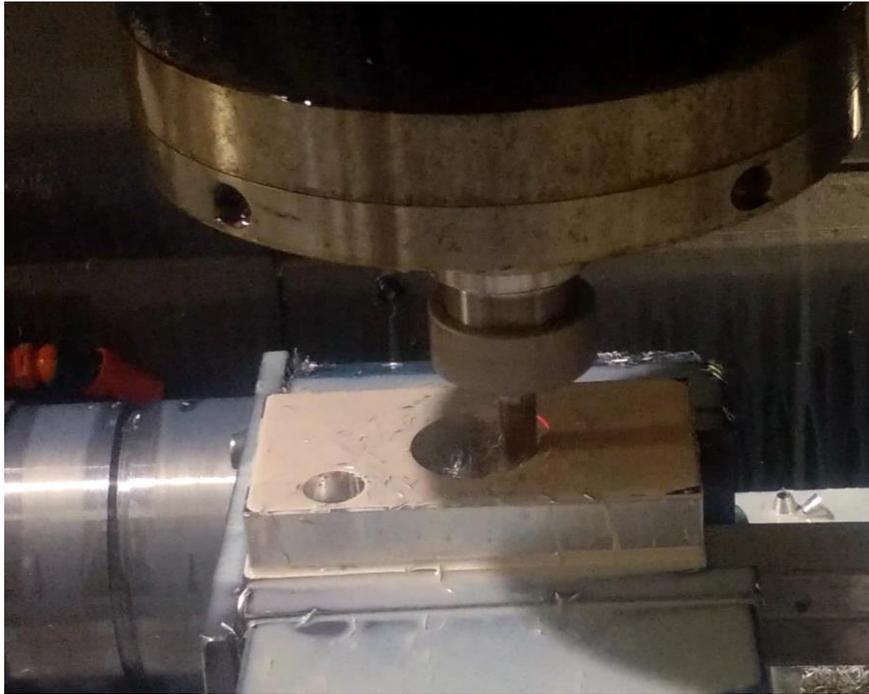


Figura 20.

Anche la finitura degli spallamenti dei datum B e C è stata realizzata utilizzando la stessa fresa. Questo al fine di poter ottenere una ulteriore garanzia di precisione in quanto è stato escluso il possibile errore dovuto a differenti correzioni della geometria dell'utensile.

La terza presa ha previsto l'operazione di spianatura nella parte posteriore del componente e sbavatura. Non era richiesto particolare grado di precisione, solamente un accurato controllo in fase di staffaggio per far si che venisse mantenuto il parallelismo tra le operazioni eseguite distintamente.

Il programma di produzione CNC del riscontro principale 1 è visionabile come Allegato 1 dell'Appendice

3.5.2. Calibro 2 : riscontro principale 2

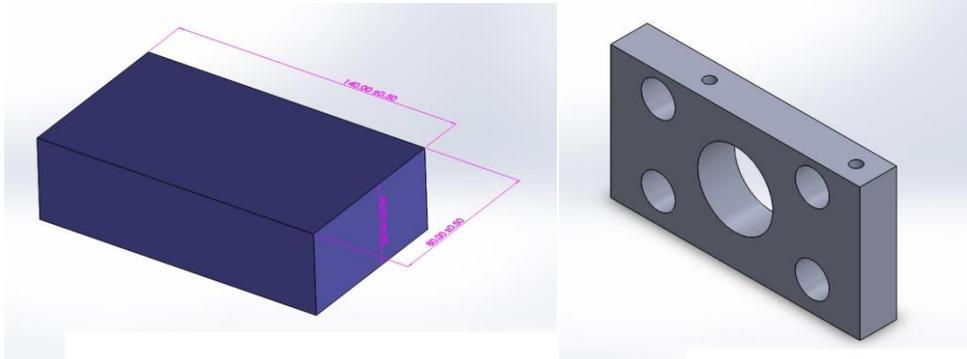


Figura 21.

Il grezzo di partenza è un blocco di alluminio delle dimensioni di 80x40x140mm.

Per il riscontro principale 2 sono state eseguite la maggior parte delle operazioni descritte in precedenza per il riscontro principale 1 durante la prima e la seconda presa. Non sono state però eseguite la tasca centrale e la contornitura dei fianchi per riscontro B e C. Al loro posto è stata eseguita la contornitura esterna del profilo dal lato dove verrà montato il riscontro mobile.

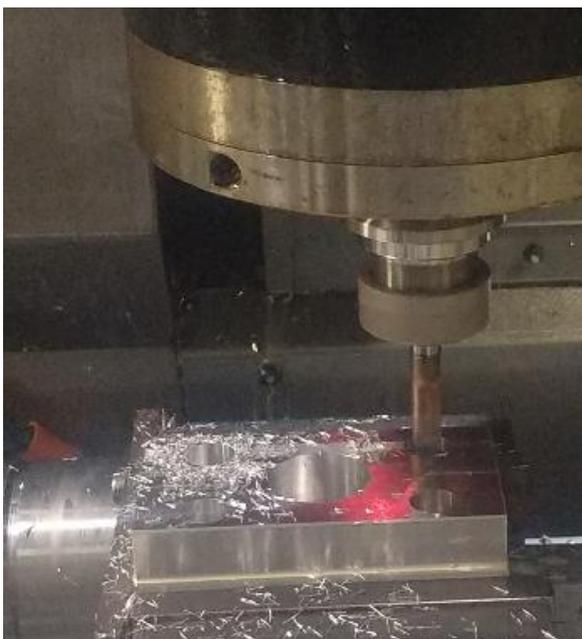


Figura 22.

La terza presa è analoga al pezzo precedente. Si è resa però necessaria una lavorazione aggiuntiva tramite la quarta presa per la realizzazione di 2 fori calibrati diametro 6 per il montaggio del riscontro mobile

Il programma di produzione CNC del riscontro principale 2 è visionabile come Allegato 2 dell'Appendice

3.5.3. Calibro 2: riscontro mobile 2

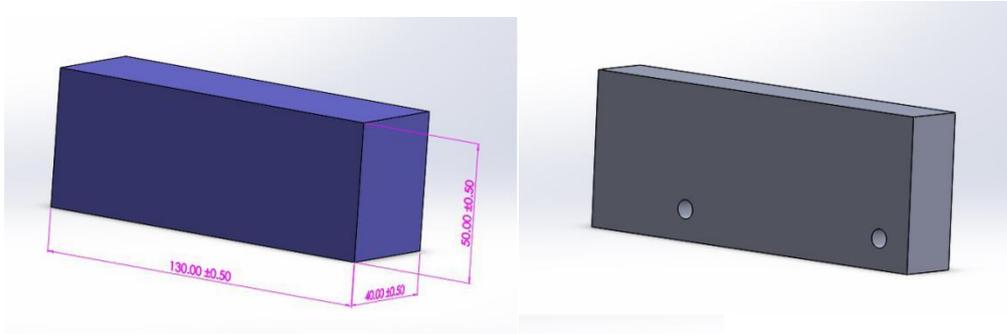


Figura 23.

Il grezzo di partenza è un blocco di alluminio delle dimensioni di 50x40x140 mm.

Sono state eseguite le analoghe operazioni di spianatura e messa in quadro.

Successivamente è stata eseguita la foratura per il passaggio delle 2 spine di diametro 6 mm di guida del riscontro mobile. E' stato eseguito un pre-foro diametro 5.8 che in seguito è stato ripassato con un alesatore calibrato diametro 6-H7.

3.5.4. Perni

I perni sono stati realizzati a partire da una barra diametro 50 mm. Per prima cosa è stata eseguita una sgrossatura mediante l'utilizzo di un utensile tornitore per esterni con inserto negativo che ne garantisce la robustezza in fase di asportazione massiva. Tramite un ciclo fisso è stato impostato il profilo da voler realizzare lasciando un sovrametallo di 0.5 mm sui diametri e 0.05 mm sugli spallamenti.

In seguito è stata eseguita la passata di finitura mediante l'utilizzo di un differente utensile con inserto questa volta con grado positivo che riduce lo sforzo in fase di asportazione e dunque permette finiture con dimensioni costanti nell'ordine dei 0.005mm e rugosità inferiore a 0.8.

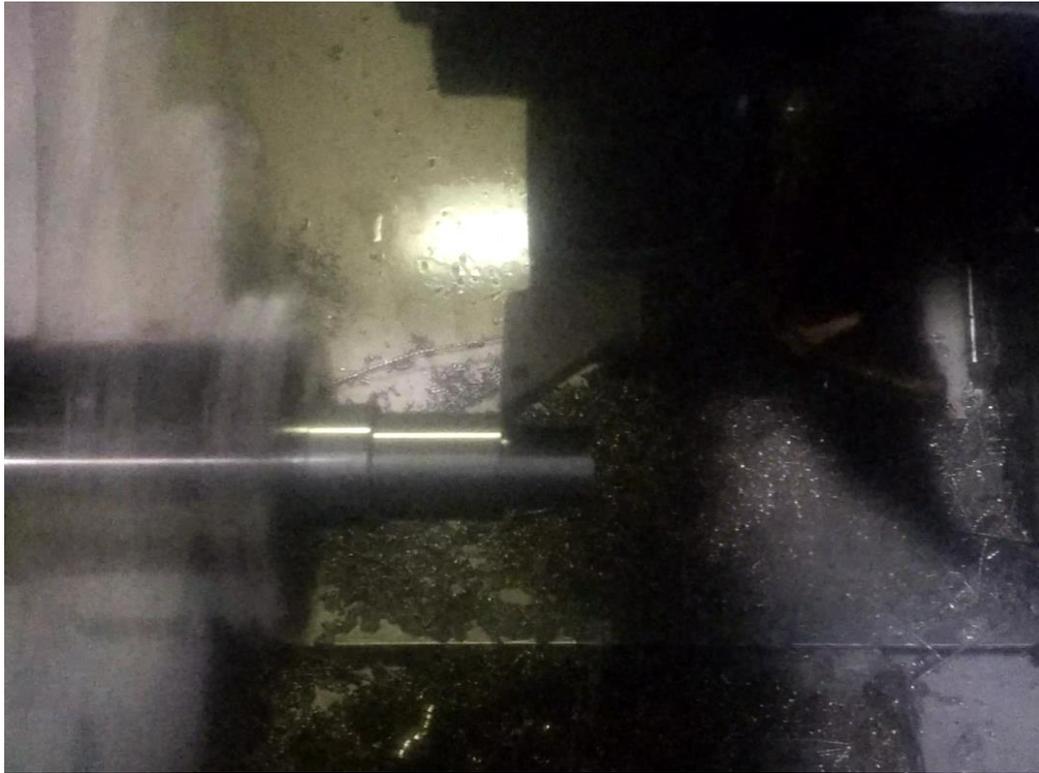


Figura 24.

Infine è stato eseguito il taglio del componente mediante un utensile per gole largo 3 mm con fianco inclinato di 7 gradi per favorire il taglio senza bava.

I programmi di produzione CNC dei tre perni prodotti sono visionabili come allegato 3.

3.6. COLLAUDO DEL CALIBRO

Come evidenziato precedentemente la base per la realizzazione di un calibro funzionale corretto e preciso è studiare il processo di modo da minimizzare le fonti di rischio e di errore. In questo modo è possibile ottenere un particolare con dimensioni corrette nell'ordine dei millesimi. Anche le caratteristiche proprie del macchinario sono ovviamente fondamentali. Per avere però la certezza assoluta di uno strumento corrispondente ai requisiti richiesti, atto alla messa in produzione, è necessario effettuare un ulteriore controllo tramite uno strumento di misura terzo e certificato.

Per il controllo dei due calibri realizzati è stata utilizzata una macchina CMM.

I vari componenti sono stati staffati sul piano di granito del macchinario ed in seguito è stata eseguita la tastatura mediante la sonda renishaw di cui è dotato il macchinario. Sono state sondate tutte le geometrie funzionali e le features ed in seguito ricostruita la geometria dei particolari. Su questa geometria tramite il software della macchina è stato effettuato il confronto con il modello ideale a cad e sono state evidenziate le differenze. Il controllo è stato effettuato 3 volte con 3 tastature diverse per poter verificare la bontà dei dati acquisiti. L'errore riscontrato è stato inferiore a 9 μm , in accordo quindi col grado di tolleranza IT5 richiesto in fase di progetto del calibro.

3.7. UTILIZZO DEL CALIBRO

Di seguito viene illustrata la sequenza di utilizzo degli strumenti realizzati. Per entrambi è importante il rispetto dell'ordine indicato dalla quotatura sul disegno.

3.7.1. Misura mediante riscontro principale n°1

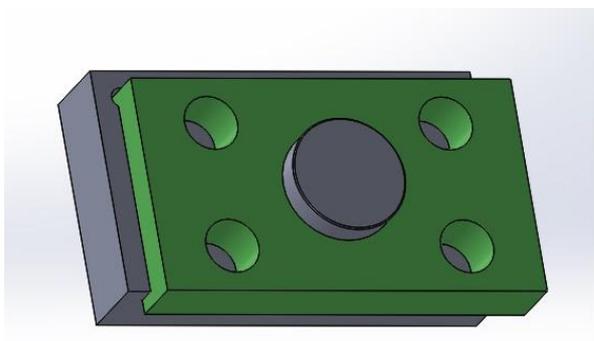


Figura 25.

Viene appoggiato il particolare sul piano di dimensioni maggiori (riferimento A). successivamente si fa scorrere la piastra contro il fianco sinistro (riferimento B) ed infine, rimanendo a contatto con il piano B, si trasla in alto fin contro il piano superiore (riferimento C).

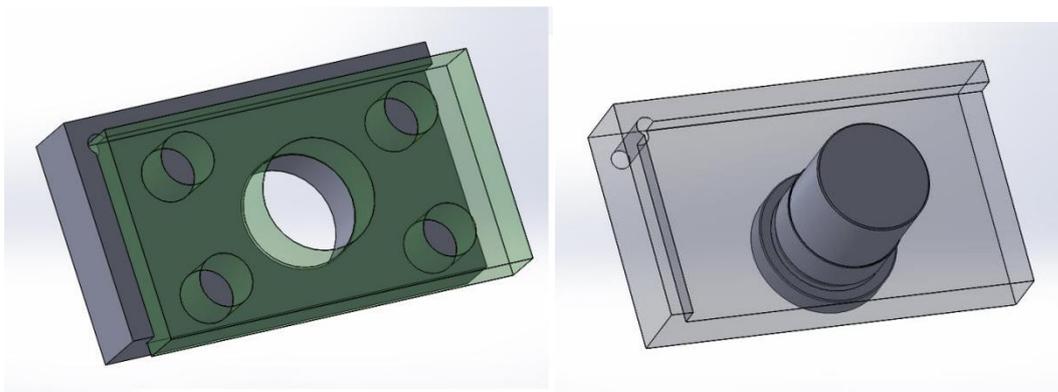


Figura 26.

Successivamente, mantenendo la piastra contro i riferimenti, viene inserito il perno cilindrico 1 di diametro 39.9 mm. Se il perno si inserisce senza movimentare la piastra allora la quota è conforme, altrimenti il componente è di scarto.

3.7.2. Misura mediante riscontro principale n°2

Viene appoggiato il particolare sul piano di dimensioni maggiori (riferimento A). successivamente si muove la piastra in modo da poter inserire il perno cilindrico 1. In questo modo la piastra è vincolata per quanto riguarda la traslazione ma rimane libera di ruotare. Infine si fa scorrere il riferimento mobile 2 fino ad essere in contatto con la piastra, bloccandone la rotazione. A questo punto si inseriscono contemporaneamente i 4 perni pattern (diametro 15,6 mm) nei rispettivi 4 fori. Se questa operazione va a buon fine allora la quota è conforme, altrimenti il componente è di scarto.

In caso di datum D non al massimo materiale allora si utilizza il perno conico n°2. Si inserisce il perno fin quando la piastra viene bloccata per quanto riguarda la traslazione ma rimane libera di ruotare. Infine si fa scorrere il riferimento secondario n°2 fino ad essere in contatto con la piastra bloccandone la rotazione. A questo punto si procede le operazioni già descritte in precedenza.

3.8. CONDIZIONE DI CONTROLLO DIMENSIONALE

È importante che in fase di misura vengano rispettati alcuni parametri ambientali. In particolare la temperatura ambientale che deve essere intorno ai 20°C e l'umidità dell'ambiente, non superiore al 45%.

È consigliabile che questi strumenti di misura vengano conservati in queste condizioni ambientali anche nel periodo di non utilizzo (ad esempio nei mesi che intercorrono tra la produzione del lotto corrente ed il successivo). Per questo motivo nelle sale collaudo è spesso allestita una zona di "archivio" degli strumenti di misura ed in particolare dei calibri funzionali.

Questo al fine di prevenire possibili problematiche o errori di misura causati da corrosioni, usure anomale o dilatazioni degli strumenti.

3.9. VANTAGGI E SVANTAGGI DEL CALIBRO FUNZIONALE

Il lavoro svolto ha permesso di valutare in maniera critica dal punto di vista della produzione e produttività questo sistema di controllo dimensionale. Di seguito gli aspetti riscontrati:

VANTAGGI

- è possibile misurare il componente in maniera immediata ed in breve tempo.
- non sono richieste conoscenze tecniche particolari per l'utilizzo di questi strumenti. Questo fa sì che anche un addetto alla produzione con minori conoscenze possa effettuare i controlli direttamente in linea e più tempestivamente, minimizzando gli scarti di produzione.
- minor soggettività della misura con conseguente minor rischio di "falsare" il controllo.
- permettono di giovare dei vantaggi delle condizioni virtuali in maniera immediata, cosa che tramite misure tradizionali richiederebbe tempi maggiori e maggiori difficoltà di calcolo.

SVANTAGGI

- il calibro funzionale non permette di avere un'indicazione "quantitativa" della misura ma permette solamente di definire se il pezzo è conforme o non conforme. Se si vuole impostare una correzione alla geometria dell'utensile in fase di lavorazione del componente per ripristinare la dimensione corretta di produzione, è necessario effettuare un'altra misura con uno strumento tradizionale (calibro a corsoio, micrometro) al fine di conoscere l'entità della correzione da apportare.
- i costi di produzione sono elevati. Questo fa sì che l'utilizzo sia caldeggiato solo in caso di produzioni di un numero elevato di particolari.
- in caso di una modifica progettuale, anche lieve, del componente, il calibro diventa obsoleto; ciò rende necessarie varie modifiche e talvolta il calibro può risultare inutilizzabile.

4. CONCLUSIONE

Tramite questo elaborato si è voluto mostrare un esempio pratico di utilizzo di calibri funzionali all'interno di un ambiente di produzione. Il lavoro svolto ha permesso di analizzare un componente e studiare un sistema adatto ad effettuare le verifiche dimensionali necessarie.

La relativa semplicità del particolare ha permesso di concentrarsi su aspetti più specifici nell'ambito delle tolleranze geometriche, in particolare il modificatore di massimo materiale e il derivante bonus di tolleranza.

La verifica e validazione di queste dimensioni, associate ai relativi modificatori è stata possibile mediante l'utilizzo di due calibri funzionali.

Infine lo studio del sistema di controllo, la progettazione e soprattutto la sua realizzazione pratica hanno permesso di poter analizzare nella sua interezza il processo di controllo mediante un calibro funzionale, individuando i vantaggi e gli svantaggi derivanti dall'utilizzo di questa strumentazione in ambito lavorativo.

5. BIBLIOGRAFIA

C. Amerio, R. De Ruvo, S. Simonetti, Elementi di Tecnologia, SEI 2011.

S. Tornincasa, Technical Product documentation using ISO GPS-ASME GD&T STANDARDS, Ed. Il capitello, Torino 2019.

Disegno tecnico e industrial vol. 1, E. Chirone, S. Tornincasa, ed. Il capitello, 2007.

Disegno tecnico e industrial vol. 2, E. Chirone, S. Tornincasa, ed. Il capitello, 2014.

Norma ASME Y14.5-2009

<https://www.cad3d.it>.

<https://www.ilcalibro.it>

<https://www.ilprogettistaindustriale.it>

<http://dismac.dii.unipg.it>

<http://www.itisforli.it>

<https://knowledge.autodesk.com>

6. APPENDICE

ALLEGATO 1

Codice CNC Riscontro Principale 1

```
(RISCONTRO PRINCIPALE 1)
(FILE: 19992.EIA)
(MACC VTC PRG NATO IL 05/06/2019)
()
(AGG . DEL 23/06/2019)
(2P)
(CHIUDERE PEZZO IN MORSA RIALZATA)
(SET X =ANGOLO IN ALTO A SX)
(SET Y =ANGOLO IN ALTO A SX)
(SET Z =PIANO ZERO LAVORAZIONE)
()
#549=30 (PER FINE PROGRAMMA IN CICLO SINGOLO)
()
N1 (INIZIO PROGRAMMA )
()
(M71) (M71= AREA 1 DX/ M72=AREA 2 SX)
()
G10 L2 P1 X[-434.] Y-332. Z[-591.] (ORIG G54 ASSOCIA L2 A P1)
()
G54 (ORIGINE PEZZO)
()
#530=0 (POSIZ CAMBIO UT IN Y)
#531=-147.42 (POSIZ CAMBIO UT IN Z)
()
()
#548=26 ( ALTEZZA SPOSTAMENTI DURANTE LAVORAZIONE )
#547=150 ( ALTEZZA AVVICINAMENTO )
#546=0 (VALORE DI Y AL CAMBIO UTENSILE)
()
(*****)
(POSIZIONI FORI)
()
#179=76 (X FORO 5) (FORO CENTRALE)
#180=-46 (Y FORO 5)
()
(*****)
()
(DIMENSIONI PIASTRA)
#181=136 (LUNGHEZZA)
#182=79.9 (LARGHEZZA)
(***)
(GOTO 1992)
()
N311
/2G0 G40 G80 G90 (CONDIZIONI DI PARTENZA SICURE)
()
(***SPIANATURA***)
N20 (FRESA 63 )
T11T37M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
```

S2000 M3
G54 (SIST. DI RIFERIMENTO)
()
G0 G43 G90 G54 X-55 Y20 Z#547 (**)
()
G0 X-55 Y-25 Z#547
Z5
M8
G1 Z0 F250
G1 X[#181-10] F1200
Y-60
X-55
()
G0 Z#547 M9
()
G0G53 Y#530 Z#531
M1
()

N10 (CENTRINO)
T37T22M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S1200 M3
G54 (SIST. DI RIFERIMENTO)
()
()
G0 G43 G90 G54 X0 Y0 Z#547 (**)

()
G0 X#171 Y#172 (*****) (FORO 1)
Z2
M8
()
G82 Z-4 R2 F160
X#179 Y#180
()
G0 Z2
()
GOTO415 (SALTA A SBAVAT)
N415
(SMUSSO)
()
GOTO 416
()
G0 Z5
M8
S2000
X-5 Y4.5
G1 Z-4.5 F1300
X[#181+4.5],R3
Y-[#182+4.5],R3
X-4.5,R3
Y4.5,R3
X10 Y5
()
G0 Z5
N416
G0 Z#548
()
G0 Z#547 M9

G0G53 Y#530 Z#531
M1
()

(**FORATURA**)
N20 (PUNTA D6.8)
T22T15M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S1000 M3
G54 (SIST. DI RIFERIMENTO)
()
G0 G43 G90 G54 X0 Y0 Z#547 (**)
()
G0 Z5
M8
G83 X#171 Y#172 Z-38 R2 I2 Q-10 F140 (FORO PER SCARICO SPALLAMENTI)
()
G0 Z#547 M9
G0G53 Y#530 Z#531
M1
()
(**TASCA SGROSSATURA**)
N20 (FRESA SPALLAMENTO D63)
T15T41M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S1000 M3
G54 (SIST. DI RIFERIMENTO)
()
#183=63 (DIAMETRO FRESA CONTORNITURA)
#184=#183/2+.2 (RAGGIO PER COMPENSARE UTENSILE (+.20)
()
G0 G43 G90 G54 X[136+#184] Y-75 Z#547 (**)
()
G0 Z5
M8
G1 Z-4 F250
(PROFILO)
X[8+#184] F200
Y[-8-#184]
X[136+#184]
()
Y-75 Z-8
X[8+#184] F200
Y[-8-#184]
X[136+#184]
()
()
G0 Z#547 M9
()
G0G53 Y#530 Z#531
M1
()
(**TASCA FINITURA**)
N20 (FRESA SPALLAMENTO D8)
T41T14M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S2000 M3
G54 (SIST. DI RIFERIMENTO)
()
#183=8 (DIAMETRO FRESA CONTORNITURA)
#184=#183/2 (RAGGIO PER COMPENSARE UTENSILE (+.20)
()
G0 G43 G90 G54 X[8+#184] Y-85 Z#547 (**)

```

()
G0 Z5
M8
G1 Z-8.3 F250 (LASCIA TRACCIA SCARICO)
(PROFILO)
Y[-8-#184] F200
X[15+#184]
Y[-15-#184]
X[8+#184] Y[-8-#184]
X[136+#184]
()
()
G0 Z#547 M9
()
G0G53 Y#530 Z#531
M1
()

(**FORATURA**)
N20 (PUNTA D39)
T14T3M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S1000 M3
G54 (SIST. DI RIFERIMENTO )
()
G0 G43 G90 G54 X0 Y0 Z#547 (**)
()
G0 Z5
M8
G83 X#179 Y#180 Z-38 R-6 I2 Q-10 F80
()
G0 Z#547 M9
G0G53 Y#530 Z#531
M1
()
(**FRESATURA INTERPOLAZIONE FORI**)
N20 (FRESA CANDELA PROFILO D12)
T3T37M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S2200 M3
G54 (SIST. DI RIFERIMENTO )
()
#183=12 (DIAMETRO FRESA CONTORNITURA)
#184=#183/2 (RAGGIO PER COMPENSARE UTENSILE)
()
G0 G43 G90 G54 X0 Y0 Z#547 (**)
()
G0 Z5
(M8) (A SECCO)
()
#187=31 (PROFONDITA' FORATURA INTERPOLAZIONE)
()
#186=[#185-#183]/2 (RAGGIO INTERPOLAZIONE)

#129=0 (AZZERA FLAG FORO CENTRALE)
()
N221
()
WHILE [#129 EQ 0] DO9 (FORO CENTRALE)
#185=41.01 (DIAMETRO DEL FORO)
#187=31 (PROFONDITA' FORATURA INTERPOLAZIONE)
()
#186=[#185-#183]/2 (RAGGIO INTERPOLAZIONE)

```

```

()
G52 X#179 Y#180 Z0 (TRASLAZIONE ORIGINE IN CENTRO FORO )
#189=230 (AVANZ)
#129=1
GOTO 222 (ESEGUE SOTTOPROG)
END9
()
GOTO223
(FORATURA)
N222
G0 X0 Y0 Z2
Z-6 (PIANO FORI Z=-8)
()
G1 Z-[#187/3*1] F#189
G1 Y-#186
G2 J#186
G1 Y0
()
G1 G1 Z-[#187/3*2]
G1 Y-#186
G2 J#186
G1 Y0
()
Z-[#187/3*3]
G1 Y-#186
G2 J#186
G1 Y0
G0 Z5
()
G52 X0 Y0 Z0
()
GOTO 221
(FINE FORATURA)
(*)
(SE OK FORO 1 COPIA PARTE PROG PER ALTRI FORI)

N223
()
G0 Z#547 M9
()
G0G53 Y#530 Z#531
M1
()
()
(***SBAVATURA FORI***)
N336 (CENTRINO )
T37T37M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S2000 M3
G54 ( SIST. DI RIFERIMENTO )
()
G0 G43 G90 G54 X0 Y0 Z#547 (**)
()
G0 Z5
(M8) (A SECCO)
()
()
#186=[#185]/2 (RAGGIO INTERPOLAZIONE)
()
#129=0 (AZZERA FLAG FORO)
()
N321

```

```

()
WHILE [#129 EQ 0] DO9 (FORO CENTRALE)
#185=36.8 (DIAMETRO DEL FORO)
()
#186=[#185]/2 (RAGGIO INTERPOLAZIONE)
()
G52 X#179 Y#180 Z0 (TRASLAZIONE ORIGINE IN CENTRO FORO )
#189=300 (AVANZ)
#129=1
GOTO 322 (ESEGUE SOTTOPROG)
END9
()
GOTO323
(FORATURA)
N322
G0 X0 Y0 Z2
()
G1 Z-[10] F#189
G1 Y-#186
G2 J#186
G1 Y0
()
G0 Z5
()
G52 X0 Y0 Z0
()
GOTO 321
(FINE FORATURA)
(*)
N323

N415
(SMUSSO PROFILO)
()
G0 Z5
M8
S2000
X-5 Y4.5
G1 Z-4.5 F1300
X[#181+4.5],R3
Y-[8+4.5],R3
X-[8+4.5],R3
Y-[#182+4.5],R3
X-4.5,R3
Y4.5,R3
X10 Y5
()
G0 Z5
G0 Z#548
()
G0 Z#547 M9
G0G53 Y#530 Z#531
M1
()
()
G0 Z#547 M9
()
G0G53 Y#530 Z#531
M1
()

```

GOTO 999
()
(SCRITTA)
N222
()
(*****CENTRINO WIDIA 60 GRADI 1 TAGLIENTE*****)
()
(*)
N1992
N501 (CENTRINO DN10)
T5T1M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S4200 M3
G54 (SIST. DI RIFERIMENTO)
(***)
G0 G43 G90 G54 X0 Y0 Z#547 (POSIZIONAMENTO CENTRO PEZZO)
()
(INIZIO LAVORAZIONE)
G0 X0 Y0
Z10
M8
()
G92.5 R00 X-400 Y-328 (ROTAZIONE ORIGINE)
(PER ROTAZIONE IN X E Y METTERE VALORI DI ZERO PEZZO ASSOLUTO)
(X E Y SONO IL CENTRO DI ROTAZ ASSOLUTO IN QUESTO CASO CENTRO PIASTRA)
()
G0 Z2
()
(IMPOSTAZIONI SCRITTA WWW.POZZO.COM)
(IMPOSTAZ GENERICHE)
#100=6.3 (MM DI ALTEZZA CARATTERI)
#101=1.2 (MM DI SPAZIATURA CARATTERI)
#102=-.2 (MM DI PROFOND. INCISIONE)
#103=2 (QUOTA USCITA IN Z)
#107=90 (ANGOLO ROTAZIONE COORDINATE)
#120=900 (VALORE AVANZAMENTO)
()
N100
M98 H2244
()
(G52 X0 Y0 Z0)
()
(G92.5 R180 X-532+180 Y-328-40) (ROTAZIONE ORIGINE)
(X E Y SONO IL CENTRO DI ROTAZ ASSOLUTO IN QUESTO CASO CENTRO PIASTRA)
()
(GOTO148)
(PARAMETRI 10 POSIZ)
#107=90 (ANGOLO ROTAZIONE COORDINATE)
M98 H3355
G52 X0 Y0 Z0
()
G0 Z#547 M9
Y50
(G0G53 Y#530 Z#531)
M1
()
()
N999
G0G53 Y#530 Z#531
M#549

```
(*****)  
(SOTTOPROGRAMMA SCRITTA)  
N2244  
(  
(** WWW.POZZO.COM **)  
#105=36      (ORIGINE IN X PER SCRIVERE)  
#106=-18     (ORIGINE IN Y PER SCRIVERE)  
  
G65 P5023 (* W *)  
G65 P5023 (* W *)  
G65 P5023 (* W *)  
G65 P5029 (* . *)  
G65 P5016 (* P *)  
G65 P5015 (* O *)  
G65 P5026 (* Z *)  
G65 P5026 (* Z *)  
G65 P5015 (* O *)  
G65 P5029 (* . *)  
G65 P5003 (* C *)  
G65 P5015 (* O *)  
G65 P5013 (* M *)  
M99  
(  
N3355  
(  
(** POLITO **)  
#105=55      (ORIGINE IN X PER SCRIVERE)  
#106=-72     (ORIGINE IN Y PER SCRIVERE)  
  
G65 P5016 (* P *)  
G65 P5015 (* O *)  
G65 P5012 (* L *)  
G65 P5009 (* I *)  
G65 P5020 (* T *)  
G65 P5015 (* O *)  
M99  
(
```

ALLEGATO 2

Codice CNC Riscontro Principale 2

```
(RISCONTRO PRINCIPALE 2)
(FILE: 19990.EIA)
(MACC VTC PRG NATO IL 02/06/2019)
()
(AGG . DEL 28/06/2019 )
(2P )
(CHIUDERE PEZZO IN MORSA RIALZATA)
(SET X =ANGOLO IN ALTO A SX)
(SET Y =ANGOLO IN ALTO A SX)
(SET Z =PIANO ZERO LAVORAZIONE)
()
#549=30 (PER FINE PROGRAMMA IN CICLO SINGOLO)
()
N1 (INIZIO PROGRAMMA )
()
(M71) (M71= AREA 1 DX/ M72=AREA 2 SX)
()
G10 L2 P1 X[-434.] Y-332. Z[-591.] (ORIG G54 ASSOCIA L2 A P1)
()
G54 (ORIGINE PEZZO)
()
#530=0 (POSIZ CAMBIO UT IN Y)
#531=-147.42 (POSIZ CAMBIO UT IN Z)
()
()
#548=26 ( ALTEZZA SPOSTAMENTI DURANTE LAVORAZIONE )
#547=150 ( ALTEZZA AVVICINAMENTO )
#546=0 (VALORE DI Y AL CAMBIO UTENSILE)
()
(*****
(POSIZIONI FORI)
#171=26 (X FORO 1)
#172=-16 (Y FORO 1)
()
#173=110 (X FORO 2)
#174=-16 (Y FORO 2)
()
#175=110 (X FORO 3)
#176=-60 (Y FORO 3)
()
#177=26 (X FORO 4)
#178=-60 (Y FORO 4)
()
#179=68 (X FORO 5) (FORO CENTRALE)
#180=-38 (Y FORO 5)
()
(*****
()
(DIMENSIONI PIASTRA)
#181=136 (LUNGHEZZA)
#182=73 (LARGHEZZA)
(***)
()
N311
/2G0 G40 G80 G90 (CONDIZIONI DI PARTENZA SICURE)
```

```

()
(**SPIANATURA**)
N20      (FRESA 63 )
T11T41M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S2000 M3
G54      ( SIST. DI RIFERIMENTO )
()
G0 G43 G90 G54 X-55 Y20 Z#547 (**)
()
G0 X-55 Y-25 Z#547
Z5
M8
G1 Z0 F250
G1 X[#181-10] F1200
Y-60
X-55
()
G0 Z#547 M9
()
G0G53 Y#530 Z#531
M1
()
(**CONTORNITURA**)
N20      (FRESA CANDELA PROFILO D8)
T41T37M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S2000 M3
G54      ( SIST. DI RIFERIMENTO )
()
#183=8 (DIAMETRO FRESA CONTORNITURA)
#184=#183/2*1.2 (RAGGIO PER COMPENSARE UTENSILE (+.20*))
()
G0 G43 G90 G54 X-35 Y10 Z#547 (**)
()
G0 X-10 Z5
M8
G1 Z-21 F250
(PROFILO)
X5 Y[0+#184],R5 F200
X[#181+#184],R5
Y-[#182+#184],R5
X[0-#184],R5
Y[0+#184],R5
X5 Y[#184+.5]
()
#184=#183/2 (RAGGIO PER COMPENSARE UTENSILE)
X5 Y[0+#184] (,R5) F200
X[#181+#184],R5
Y-[#182+#184],R5
X[0-#184],R5
Y[0+#184],R5
X10
X15 Y[#184+.5]
()
G0 Z#547 M9
()
G0G53 Y#530 Z#531
M1
()

N10      (CENTRINO)

```

T37T22M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S1200 M3
G54 (SIST. DI RIFERIMENTO)
()
()
G0 G43 G90 G54 X0 Y0 Z#547 (**)

GOTO415 (SALTA A SBAVAT)

()
G0 X#171 Y#172 (*****) (FORO 1)
Z2
M8
()
G82 Z-4 R2 F160
X#173 Y#174
X#175 Y#176
X#177 Y#178
X#179 Y#180
()
G0 Z2
()
N415
(SMUSSO)
()
G0 Z5
M8
S2000
X-5 Y4.5
G1 Z-4.5 F1300
X[#181+4.5],R3
Y-[#182+4.5],R3
X-4.5,R3
Y4.5,R3
X10 Y5
()
G0 Z5
G0 Z#548
()
G0 Z#547 M9
G0G53 Y#530 Z#531
M1
()
(**FORATURA**)
N20 (PUNTA D15)
T42T14M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S1200 M3
G54 (SIST. DI RIFERIMENTO)
()
G0 G43 G90 G54 X0 Y0 Z#547 (**)
()
G0 Z5
M8
G83 X#171 Y#172 Z-30 R2 I2 Q-10 F100
X#173 Y#174
X#175 Y#176
X#177 Y#178
(X#179 Y#180)
()
G0 Z#547 M9
G0G53 Y#530 Z#531

```

M1
( )
(**FORATURA**)
N20      (PUNTA D39)
T14T37M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S1000 M3
G54      ( SIST. DI RIFERIMENTO )
( )
G0 G43 G90 G54 X0 Y0   Z#547 (**)
( )
G0 Z5
M8
G83 X#179 Y#180 Z-30 R2 I2 Q-10 F80
( )
G0 Z#547 M9
G0G53 Y#530 Z#531
M1
( )
(***FRESATURA INTERPOLAZIONE FORI***)
N20      (FRESA CANDELA PROFILO D12)
T3T37M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S2200 M3
G54      ( SIST. DI RIFERIMENTO )
( )
#183=12 (DIAMETRO FRESA CONTORNITURA)
#184=#183/2 (RAGGIO PER COMPENSARE UTENSILE)
( )
G0 G43 G90 G54 X0 Y0   Z#547 (**)
( )
G0 Z5
(M8) (A SECCO)
( )
(FORI D15.6)
#185=15.61 (DIAMETRO DEL FORO)
#187=21 (PROFONDITA' FORATURA INTERPOLAZIONE)
( )
#186=[#185-#183]/2 (RAGGIO INTERPOLAZIONE)
( )
#125=0 (AZZERA FLAG FORO)
#126=0 (AZZERA FLAG FORO)
#127=0 (AZZERA FLAG FORO)
#128=0 (AZZERA FLAG FORO)
#129=0 (AZZERA FLAG FORO)
( )
N221
WHILE [#125 EQ 0] DO5
G52 X#171 Y#172 Z0 (TRASLAZIONE ORIGINE IN CENTRO FORO )
#189=120 (AVANZ)
#125=1
GOTO 222 (ESEQUE SOTTOProg)
END5
( )
WHILE [#126 EQ 0] DO6
G52 X#173 Y#174 Z0 (TRASLAZIONE ORIGINE IN CENTRO FORO )
#126=1
GOTO 222 (ESEQUE SOTTOProg)
END6
( )
WHILE [#127 EQ 0] DO7
G52 X#175 Y#176 Z0 (TRASLAZIONE ORIGINE IN CENTRO FORO )
#127=1

```

```

GOTO 222 (ESEGUE SOTTOPROG)
END7
()
WHILE [#128 EQ 0] DO8
G52 X#177 Y#178 Z0 (TRASLAZIONE ORIGINE IN CENTRO FORO )
#128=1
GOTO 222 (ESEGUE SOTTOPROG)
END8
()
WHILE [#129 EQ 0] DO9 (FORO CENTRALE)
#185=41.01 (DIAMETRO DEL FORO)
#187=21 (PROFONDITA' FORATURA INTERPOLAZIONE)
()
#186=[#185-#183]/2 (RAGGIO INTERPOLAZIONE)
()
G52 X#179 Y#180 Z0 (TRASLAZIONE ORIGINE IN CENTRO FORO )
#189=230 (AVANZ)
#129=1
GOTO 222 (ESEGUE SOTTOPROG)
END9
()
GOTO223
(FORATURA)
N222
G0 X0 Y0 Z2
()
G1 Z-[#187/3*1] F#189
G1 Y-#186
G2 J#186
G1 Y0
()
G1 G1 Z-[#187/3*2]
G1 Y-#186
G2 J#186
G1 Y0
()
Z-[#187/3*3]
G1 Y-#186
G2 J#186
G1 Y0
G0 Z5
()
G52 X0 Y0 Z0
()
GOTO 221
(FINE FORATURA)
(*)

N223

()
G0 Z#547 M9
()
G0G53 Y#530 Z#531
M1
()
()
(***SBAVATURA FORI***)
N336 (CENTRINO )
T37T37M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)

```

```

S2000 M3
G54          ( SIST. DI RIFERIMENTO )
()
G0 G43 G90 G54 X0 Y0 Z#547 (**)
()
G0 Z5
(M8) (A SECCO)
()
(FORI D15.6)
#185=13.9 (DIAMETRO DEL FORO)
()
#186=[#185]/2 (RAGGIO INTERPOLAZIONE)
()
#125=0 (AZZERA FLAG FORO)
#126=0 (AZZERA FLAG FORO)
#127=0 (AZZERA FLAG FORO)
#128=0 (AZZERA FLAG FORO)
#129=0 (AZZERA FLAG FORO)
()
N321
WHILE [#125 EQ 0] DO5
G52 X#171 Y#172 Z0 (TRASLAZIONE ORIGINE IN CENTRO FORO )
#189=240 (AVANZ)
#125=1
GOTO 322 (ESEGUE SOTTOPROG)
END5
()
WHILE [#126 EQ 0] DO6
G52 X#173 Y#174 Z0 (TRASLAZIONE ORIGINE IN CENTRO FORO )
#126=1
GOTO 322 (ESEGUE SOTTOPROG)
END6
()
WHILE [#127 EQ 0] DO7
G52 X#175 Y#176 Z0 (TRASLAZIONE ORIGINE IN CENTRO FORO )
#127=1
GOTO 322 (ESEGUE SOTTOPROG)
END7
()
WHILE [#128 EQ 0] DO8
G52 X#177 Y#178 Z0 (TRASLAZIONE ORIGINE IN CENTRO FORO )
#128=1
GOTO 322 (ESEGUE SOTTOPROG)
END8
()
WHILE [#129 EQ 0] DO9 (FORO CENTRALE)
#185=36.8 (DIAMETRO DEL FORO)
()
#186=[#185]/2 (RAGGIO INTERPOLAZIONE)
()
G52 X#179 Y#180 Z0 (TRASLAZIONE ORIGINE IN CENTRO FORO )
#189=300 (AVANZ)
#129=1
GOTO 322 (ESEGUE SOTTOPROG)
END9
()
GOTO323
(FORATURA)
N322
G0 X0 Y0 Z2
()

```

```

G1 Z-[2] F#189
G1 Y-#186
G2 J#186
G1 Y0
()
G0 Z5
()
G52 X0 Y0 Z0
()
GOTO 321
(FINE FORATURA)
(*)

N323
()
G0 Z#547 M9
()
G0G53 Y#530 Z#531
M1
()
()
(SCRITTA)
N222
()
(*****CENTRINO WIDIA 60 GRADI 1 TAGLIENTE*****)
()
(*)
N1992
N501 (CENTRINO DN10)
T5T1M6 (T1 IN MACCHINA IL T2 IN ATTESA)
S4200 M3
G54 (SIST. DI RIFERIMENTO )
(***)
G0 G43 G90 G54 X0 Y0 Z#547 (POSIZIONAMENTO CENTRO PEZZO)
()
(INIZIO LAVORAZIONE)
G0 X0 Y0
Z10
M8
()
G92.5 R00 X-400 Y-328 (ROTAZIONE ORIGINE)
(PER ROTAZIONE IN X E Y METTERE VALORI DI ZERO PEZZO ASSOLUTO)
(X E Y SONO IL CENTRO DI ROTAZ ASSOLUTO IN QUESTO CASO CENTRO PIASTRA)
()
G0 Z2
()
(IMPOSTAZIONI SCRITTA WWW.POZZO.COM)
(IMPOSTAZ GENERICHE)
#100=6.3 (MM DI ALTEZZA CARATTERI )
#101=1.2 (MM DI SPAZIATURA CARATTERI)
#102=-.2 (MM DI PROFOND. INCISIONE)
#103=2 (QUOTA USCITA IN Z )
#107=90 (ANGOLO ROTAZIONE COORDINATE)
#120=900 (VALORE AVANZAMENTO)
()
N100
M98 H2244
()
(G52 X0 Y0 Z0)
()
(G92.5 R180 X-532+180 Y-328-40) (ROTAZIONE ORIGINE)

```

```

(X E Y SONO IL CENTRO DI ROTAZ ASSOLUTO IN QUESTO CASO CENTRO PIASTRA)
()
(GOTO148)
(PARAMETRI 10 POSIZ)
#107=90 (ANGOLO ROTAZIONE COORDINATE)
M98 H3355
G52 X0 Y0 Z0
()
G0 Z#547 M9
Y50
(GOG53 Y#530 Z#531)
M1
()

()
N999
GOG53 Y#530 Z#531
M#549

(*****)
(SOTTOPROGRAMMA SCRITTA)
N2244
()
(** WWW.POZZO.COM **)
#105=36 (ORIGINE IN Y PER SCRIVERE)
#106=-8 (ORIGINE IN X PER SCRIVERE)

G65 P5023 (* W *)
G65 P5023 (* W *)
G65 P5023 (* W *)
G65 P5029 (* . *)
G65 P5016 (* P *)
G65 P5015 (* O *)
G65 P5026 (* Z *)
G65 P5026 (* Z *)
G65 P5015 (* O *)
G65 P5029 (* . *)
G65 P5003 (* C *)
G65 P5015 (* O *)
G65 P5013 (* M *)
M99
()
N3355
()
(** POLITO **)
#105=55 (ORIGINE IN Y PER SCRIVERE)
#106=-72 (ORIGINE IN X PER SCRIVERE)

G65 P5016 (* P *)
G65 P5015 (* O *)
G65 P5012 (* L *)
G65 P5009 (* I *)
G65 P5020 (* T *)
G65 P5015 (* O *)
M99
()

```

ALLEGATO 3

Codice CNC Perni

```
(PERNO CENTRALE)
G0G53X0Z#500
( Z: 173. --; OFFSET C: -----;OFFSET C1SS:-----)
(MACC SQT1 PROG.19299 NATO IL 08/06/2019)
()
()
(VAR. UTILIZ:#500,#501,#105)
()
#500=-135 (POS.CAMBIO UTENSILE Z)
#501=-150 (POS.CAMBIO UTENSILE X)
()
#149=19299 (N. PROGR X CAMBIO BARRA)
()
G50S2000Q200 (LIMITE MAX E MIN DI GIRI)
G0G53X#501 Z#500 B0
M512 (FINE SINC MANDR)
M202 (MODO TORNITURA)
M302 (SEL. TESTA 1)
M381M332
(/M56)
(/M0)
(M57)
M1
()
(GOTO 111)
()
N3
G0 G53 X#501 Z#500 M5B0
T0303.2 (PUNTALINO MANUALE)
G98
M205M200 (INIZIO LAV FRESATURA)
G0 X100 Z15 C200 (C30)
X8.
M6
G98 G1 Z.5 (-4.) F1000.(* )
M202
M0
M7
G4 X1.5
G0 X40. Z50.
()
#145=0 (ANNULLO VARIAB CAMBIO BARRA)
()
M249
()
N111
()
()
N10
G0G53X#501 Z#500 B0
T0101 (CNMG EST)
G50S2000Q200
G99 M202
G97 S1500 M3
G0 X63 Z2M8
```

G1 Z0. F.15
X10F.12
X6 F.06
X-1. F.05
()
G0 X60 Z2
G71 U2.5 R.5
G71 P121 Q131 U.5 W.03 F.22
N121G0 X35
G1 Z.05 F.06
X39.88,C.9
Z-30
X40.98 W-1
Z-46
U-1.5 W-3
Z-50
X49,C.8
Z-64
N131 X60
()
G70 P121 Q131
U5
G0 U2 Z10
M9
()
N10
G0G53X#501 Z#500 B0
T0202 (DCMT EST)
G50S2000Q200
G99 M202
G97 S1500 M3
G0 X63 Z2M8
G1 Z0. F.15
X10F.12
X6 F.06
X-1. F.05
()
G0 X60 Z2
()
G70 P121 Q131
U5
G0 U2 Z10
M9
()

N8
G0 G53 X#501 Z#500 B0
T0808 (TAGLIO 3 MM)
G50 S2000
M202
G97 S1000 M3
G99
G0 X63 Z-63 M8
G1 X45 F.05
X52 F.5
W2
X49.1 F.05
X48.9 Z-63,C.8
X8
M0
X3.5

U.2
G50 S800
M48
M9
G4X.3
X-1 F.05
M49
G0 X50 B0
()
()
G0G53X#501 Z#500 B0
N9000
M5
#105=#105+1
(M454) (140) (TAPETTO)
M49
M99

```

(PERNO PATTERN)
G0G53X0Z#500
( Z: 173.--; OFFSET C: -----;OFFSET C1SS:-----)
(MACC SQT1 PROG.19298 NATO IL 08/06/2019)
()
()
(VAR. UTILIZ:#500,#501,#105)
()
#500=-135 (POS.CAMBIO UTENSILE Z)
#501=-150 (POS.CAMBIO UTENSILE X)
()
#149=19298 (N. PROGR X CAMBIO BARRA)
()
G50S2000Q200 (LIMITE MAX E MIN DI GIRI)
G0G53X#501 Z#500 B0
M512 (FINE SINC MANDR)
M202 (MODO TORNITURA)
M302 (SEL. TESTA 1)
M381M332
(/M56)
(/M0)
(M57)
M1
()
(GOTO 111)
()
N3
G0 G53 X#501 Z#500 M5B0
T0303.2 (PUNTALINO MANUALE)
G98
M205M200 (INIZIO LAV FRESATURA)
G0 X100 Z15 C200 (C30)
X8.
M6
G98 G1 Z.5 (-4.) F1000.(* )
M202
M0
M7
G4 X1.5
G0 X40. Z50.
()
#145=0 (ANNULLO VARIAB CAMBIO BARRA)
()
M249
()
N111
()
()
N10
G0G53X#501 Z#500 B0
T0101 (CNMG EST)
G50S2000Q200
G99 M202
G97 S1500 M3
G0 X33 Z2M8
G1 Z0. F.15
X6 F.06
X-1. F.05
()
G0 X30 Z2
G71 U2.5 R.5

```

G71 P121 Q131 U.5 W.03 F.22
N121G0 X15
G1 Z.05 F.06
X15.58,C.9
Z-46
U-1.5 W-3
Z-50
X29,C.8
Z-64
N131 X30
()
G70 P121 Q131
U5
G0 U2 Z10
M9
()
N10
G0G53X#501 Z#500 B0
T0202 (DCMT EST)
G50S2000Q200
G99 M202
G97 S1500 M3
G0 X33 Z2M8
G1 Z0. F.15
X6 F.06
X-1. F.05
()
G0 X30 Z2
()
G70 P121 Q131
U5
G0 U2 Z10
M9
()
N8
G0 G53 X#501 Z#500 B0
T0808 (TAGLIO 3 MM)
G50 S2000
M202
G97 S1000 M3
G99
G0 X33 Z-63 M8
G1 X25 F.05
X32 F.5
W2
X29.1 F.05
X28.9 Z-63,C.8
X3.5
U.2
G50 S800
M48
M9
G4X.3
X-1 F.05
M49
G0 X50 B0
()
()
G0G53X#501 Z#500 B0
N9000
M5

#105=#105+1
(M454) (140) (TAPETTO)
M49
M99