

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000029252
Data Deposito	18/11/2021
Data Pubblicazione	18/05/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
E	21	D	11	08

Titolo

CASSAFORMA E PROCEDIMENTO PER LA PRODUZIONE DI CONCI GETTATI

TITOLO: CASSAFORMA E PROCEDIMENTO PER LA PRODUZIONE DI CONCI GETTATI

A nome: FAMA SRL, Via della Fossa 6, 33080 Zoppola (PN), Italia, p. IVA 01126650934

5

* * * * *

CAMPO DELLA TECNICA

L'invenzione appartiene al settore della produzione di conci in calcestruzzo, in particolare conci per la costruzione di gallerie. Per la produzione di conci in calcestruzzo solitamente si usa una
10 cassaforma che comprende:

- (a) una camera che è definita da una pluralità di pareti, di cui almeno una è sollevabile, che è dotata di almeno un'apertura e che è atta a ricevere attraverso detta apertura un getto di calcestruzzo e a contenere detto calcestruzzo ai fini del suo indurimento e la formazione del relativo concio;
- 15 (b) una pluralità di supporti d'appoggio di detta cassaforma.

STATO DELLA TECNICA

Nella costruzione delle gallerie scavate con il sistema meccanizzato, il rivestimento della galleria è realizzato in conci che accostati fra di loro realizzano degli anelli sui quali la talpa
20 meccanica (*Tunnel Boring Machine*, TBM) si appoggia per avanzare nello scavo. La successione degli anelli formano il tunnel. I conci sono dei manufatti in calcestruzzo che sono armati all'interno con gabbie metalliche o con fibre in acciaio.

Il calcestruzzo impiegato ha caratteristiche conformi allo scopo sia meccaniche che tecnologiche che abbisogna di particolari tecniche di produzione per assicurare le prestazioni
25 richieste. Per produrre questi manufatti si impiegano delle casseforme o casseri con dimensioni e forme idonee all'impiego. Il calcestruzzo viene immesso nella cassaforma attraverso diverse tecniche e con tempi di riempimento ritenuti adeguati. Al fine di assicurare un perfetto riempimento della cassaforma, il corretto compattamento del calcestruzzo e l'espulsione di aria inglobata dallo stesso, la cassaforma viene fatta vibrare con l'ausilio di un numero
30 predeterminato di vibratori ad essa fissati.

Una vibrazione insufficiente può determinare un non completo riempimento della cassaforma che genera incompletezza nel concio stesso. Analogamente, ci può essere un insufficiente compattamento del calcestruzzo con inclusioni di aria nella massa o con bolle nella sua superficie.

- 5 Una vibrazione eccessiva potrebbe determinare la segregazione nella massa alterando in modo negativo le prestazioni del manufatto.

I vibratori sono normalmente alimentati pneumaticamente e la loro azione nel calcestruzzo è determinante e quindi deve essere correttamente graduata.

- 10 Il piano di vibrazione rappresenta quindi un elemento strategico della qualità del manufatto che deve essere messo a punto per ogni singola situazione operativa.

La vibrazione è spesso lasciata alla valutazione, all'accuratezza, alla diligenza e competenza dell'operatore e con ciò rappresenta un grosso elemento di incertezza e la necessità di operatori specializzati con grande esperienza nel campo.

15 ESPOSIZIONE DELL'INVENZIONE

L'invenzione si pone lo scopo di superare i suddetti inconvenienti e di proporre una cassaforma e un relativo procedimento per la produzione di conci in calcestruzzo che permettano una produzione più automatizzata e meno dipendente dalle capacità dell'operatore. Ulteriore scopo è di semplificare la realizzazione di conci gettati e di poter ridurre la manodopera e di poter 20 affidare il lavoro del riempimento di una cassaforma anche a personale meno specializzato oppure ad un sistema di gestione automatico.

In un primo aspetto dell'invenzione, lo scopo è raggiunto mediante una cassaforma come definita nella prima rivendicazione ed illustrata inizialmente che si caratterizza per il fatto di comprendere inoltre

- 25 (c) nella zona di almeno uno di detti supporti d'appoggio almeno una cella di carico.

Una cella di carico è un trasduttore, ossia un componente elettronico che misura la forza applicata su un oggetto stesso. Le celle di carico sono dispositivi molto versatili e utilizzati, ad esempio, nella pesatura industriale grazie alla loro precisione e praticità. La cella di carico, infatti, rilascia un segnale proporzionale alla forza misurata che viene poi tradotto in un valore 30 numerico. Il mercato offre una vasta gamma di celle di carico per poter rispondere a diverse esigenze.

La/le cella/e di carico è/sono preferibilmente opportunamente protetta/e dalle vibrazioni e sono in grado di rilevare “indisturbate” l’effettivo grado di riempimento della cassaforma in produzione. La vibrazione residua che dovesse raggiungere la cella non rappresenterebbe un problema in quanto la mediana dell’oscillazione conseguirebbe un valore sufficientemente preciso.

I supporti d’appoggio servono per appoggiare la cassaforma su un piano d’appoggio. Può trattarsi, ad esempio, di piedi, ma normalmente si tratta di ruote per poter spostare la cassaforma su rotaie. In una variante dell’invenzione, può essere che in corrispondenza di una ruota sia inserito il dispositivo di rilievo del carico ovvero la cella di carico.

- 10 In una variante vantaggiosa dell’invenzione, la cella di carico è un rilevatore di carico piezoelettrico. La vita a fatica di un sensore piezoelettrico è di gran lunga superiore a quella dei normali sensori estensimetrici, grazie al fatto che la misura non dipende dalla deformazione. La tecnologia piezoelettrica è oggi largamente impiegata per misurare grandezze fisiche meccaniche (forza e coppia, pressione) in regime quasi statico, quando la misura si può protrarre per decine di secondi o minuti. L’elevatissima linearità dei sensori di forza piezoelettrici consente di misurare con un unico sensore forze inferiori all’1% del fondo scala del sensore, apprezzando un errore molto piccolo. I rivelatori di carico piezoelettrici lavorano con grande precisione, è un sensore altamente sensibile e con un livello del segnale di uscita alto. La persona esperta del ramo individua facilmente la cella di carico idonea allo scopo.
- 20 Data l’importanza di vibrazioni applicate alla cassaforma durante il suo riempimento per garantire un completo e compatto riempimento senza bolle d’aria, è preferibile applicare almeno un vibratore, ma preferibilmente più vibratori in punti strategici della cassaforma, la persona esperta del ramo individua con le sue conoscenze generali il numero, la potenza, la direzione di propagazione delle vibrazioni e i punti di posizionamento dei vibratori sulla cassaforma. Vantaggiosamente, i vibratori sono regolabili in termini di potenza e direzione della vibrazione. Nelle casseforme secondo lo stato dell’arte, i vibratori solitamente sono del tipo pneumatico. Una variante preferita dell’invenzione prevede però che il/i vibratore/i applicato/i sono del tipo elettrico.
- 30 L’impiego di vibratori elettrici consentono graduazioni più puntuale e tarabili finemente rispetto ai vibratori pneumatici; in particolare è possibile invertire il senso di vibrazione senza dover disinstallare il vibratore e orientarlo diversamente. I vibratori elettrici permettono una

graduazione molto precisa della forza di vibrazione trasmessa alla cassaforma, e quindi al calcestruzzo, e della direzione della vibrazione stessa che consente di orientare il flusso di riempimento della cassaforma con il calcestruzzo.

L'invenzione è particolarmente idonea per la produzione di conci per la costruzione di gallerie.

- 5 A tal proposito, in una variante dell'invenzione, la camera della cassaforma è a forma di un concio ad arco per la costruzione di tunnel.

Durante il getto del calcestruzzo nella cassaforma, la cassaforma è posizionata a terra su appositi rialzi predisposti a livello tra di loro in corrispondenza dei supporti d'appoggio della cassaforma. Preferibilmente, in almeno uno di questi supporti d'appoggio viene inserito un

- 10 rilevatore di carico piezoelettrico, o più in generale una cella di carico, il/la quale è in grado di rilevare il carico indotto su di esso/a e di conseguenza il grado di riempimento della cassaforma. Un secondo aspetto dell'invenzione riguarda un procedimento per la produzione di conci in calcestruzzo che comprende le seguenti fasi:

- (I) messa a disposizione di almeno una cassaforma (100; 200; C_n) secondo l'invenzione;
- 15 (II) riempimento di detta camera con calcestruzzo registrando e memorizzando con un'unità di controllo (310) contemporaneamente:
- la curva di carico nominale della cassaforma (100; 200; C_n) misurata con detta almeno una cella di carico;
 - il piano di riempimento nominale della cassaforma (100; 200; C_n) con calcestruzzo in
- 20 termini della quantità di calcestruzzo e dei tempi di riempimento e/o il piano di vibrazione nominale;
- (III) indurimento ed estrazione del concio;
- (IV) opzionalmente ripetizione delle fasi (II) e (III) per ridurre l'errore delle misurazioni e/o per registrare i rispettivi piani e curve variando i parametri di riempimento e/o di vibrazione;
- 25 (V) esecuzione di una gettata di calcestruzzo nella cassaforma (100; 200; C_n) applicando tramite detta unità di controllo (310) uno di detti piani di riempimento e/o di vibrazione e contemporaneamente misurazione con detta almeno una cella di carico la curva di carico di detta cassaforma (100; 200; C_n);

- (VI) confronto della curva di carico misurata con la rispettiva curva di carico nominale memorizzata per il/i piano/i di riempimento e/o di vibrazione scelto/i e correzione del riempimento e/o della vibrazione in base ad eventuali differenze rilevate,
- (VII) a riempimento concluso indurimento del calcestruzzo ed estrazione del relativo concio prodotto da detta cassaforma (100; 200; C_n).

Le fasi (II) e (IV) vengono vantaggiosamente eseguite da un operatore specializzato con molta esperienza che “calibra” il riempimento e/o la vibrazione di ogni cassaforma per ottenere il piano di riempimento e/o il piano di vibrazione nominale o ottimale o possibili alternative o correzioni in caso di determinate anomalie o necessità di processo. Il piano di riempimento può considerare la posizione dell’erogatore di calcestruzzo, la portata del getto e le tempistiche del getto, mentre il piano di vibrazione considera i singoli vibratori attivati, le loro potenze, la direzione delle vibrazioni da loro emesse e la durata della loro attivazione, che può essere continua o avere delle interruzioni, e può variare i singoli parametri suddetti. Una curva di carico può essere misurata contemporaneamente ai relativi piani di riempimento e/o di vibrazione, una curva per ogni cella di carico presente. Una pluralità di celle di carico e di vibratori permette una gestione più specifica e mirata di eventuali correzioni da applicare alle vibrazioni.

Preferibilmente, la correzione nella fase (VI) avviene con l’ausilio di intelligenza artificiale, un mezzo utile per poter usufruire di informazioni su riempimento, vibrazioni, carico e discostamenti dalla curva di carico ideale, e poter considerare, dopo aver applicate delle correzioni, il loro effetto sullo stato della distribuzione del calcestruzzo all’interno della cassaforma.

Un terzo aspetto dell’invenzione concerne un sistema di gestione della produzione di conci che comprende;

- 25 (i) almeno una, preferibilmente una pluralità, di dette casseforme secondo l’invenzione;
- (ii) un’unità di controllo che comprende per ogni cassaforma
- almeno una curva di carico nominale; e
 - almeno un piano di riempimento nominale e/o almeno un piano di vibrazione nominale
- ed è configurata per controllare:
- 30 - la/le cella/e di carico di ogni cassaforma (C_n) per misurare la curva di carico,

- il/i vibratore/i di ogni cassaforma (C_n) per eseguire detto almeno un piano di vibrazione e/o la portata e le tempistiche di erogazione di almeno un erogatore di calcestruzzo per eseguire detto almeno un piano di riempimento;

ed è configurata per confrontare detta curva di carico misurata con detta curva di carico nominale e per correggere e quindi modificare in base ad eventuali differenze determinate il piano di riempimento e/o di vibrazione.

Vantaggiosamente, il sistema di gestione comprende inoltre una interfaccia con il sistema informatico produttivo generale dell'azienda al fine di permettere il monitoraggio di funzionamento e l'intervento di modifica dei cicli di lavorazione in rapporto ad altri parametri provenienti da diverse funzioni produttive, come ad esempio lo stato in cui si trova il calcestruzzo da utilizzare.

Per ottimizzare la gestione e renderla ancora più autonoma, l'unità di controllo comprende mezzi di intelligenza artificiale per eseguire e ottimizzare la correzione dei piani di riempimento e/o di vibrazione a seguito di un rilevamento di una deviazione della curva di carico misurata dalla curva di carico nominale.

Ipotizzabile è, in alternativa, anche un intervento correttivo da parte di un operatore che vantaggiosamente può essere memorizzato per determinati tipi di discostamento e può essere eseguito in caso del verificarsi dello stesso problema con un altro riempimento della stessa cassaforma.

Particolarmente importante è intervenire sul piano di vibrazione durante il riempimento della cassaforma.

Un ultimo aspetto dell'invenzione si riferisce all'uso della cassaforma del procedimento per la produzione di conci in calcestruzzo o del sistema di gestione secondo l'invenzione per produrre una pluralità di conci e per realizzare con questi una galleria.

Le caratteristiche e vantaggi descritti per un aspetto dell'invenzione possono essere trasferite *mutatis mutandis* all'altro aspetto dell'invenzione.

L'applicabilità industriale è ovvia dal momento in cui diventa possibile rendere la produzione di conci in calcestruzzo indipendente dalle capacità dell'operatore e di introdurre fasi automatiche nella produzione di conci, questo grazie alle celle di carico che permettono di valutare le variazioni di riempimento reale in rapporto ad un programma ottimale di riempimento e/o vibrazione.

Gli scopi e i vantaggi detti verranno ulteriormente evidenziati nella descrizione di preferiti esempi di esecuzione dell'invenzione dati a titolo indicativo, ma non limitativo.

Varianti e ulteriori caratteristiche dell'invenzione sono oggetto delle rivendicazioni dipendenti.

La descrizione dei preferiti esempi di esecuzione dei diversi aspetti dell'invenzione, in particolare della cassaforma, del sistema di gestione del suo riempimento e del procedimento per produrre conci in calcestruzzo, secondo l'invenzione viene data a titolo esemplificativo e non limitativo con riferimento agli allegati disegni. In particolare possono variare, ove non specificato diversamente, numero, forma, dimensioni e materiali del sistema e dei singoli componenti e trovare applicazione elementi equivalenti senza deviare dal concetto inventivo.

10

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

- La fig. 1 illustra in una vista frontale un primo esempio esecutivo di una cassaforma per la produzione di conci gettati secondo l'invenzione.
- La fig. 2 illustra in una vista prospettica un secondo esempio esecutivo di una cassaforma per la produzione di conci gettati secondo l'invenzione.
- La fig. 3 illustra un sistema di gestione del getto di calcestruzzo in una pluralità di casseforme per conci secondo l'invenzione.

DESCRIZIONE DI PREFERITI ESEMPI DI ESECUIZIONE

- 20 Nella figura 1 si nota in una vista frontale una cassaforma **100** con un'apertura **102** per l'introduzione del getto di calcestruzzo che si distribuisce poi all'interno della camera ad arco delimitata da una pluralità di pareti **106**, aiutato dall'impiego di vibratori (non rappresentati). Nella zona (cerchio **104**) di almeno un piede di supporto viene applicata una cella di carico (non rappresentata) per misurare il carico e quindi il riempimento della cassaforma **100**.
- 25 La figura 2 mostra un altro esempio esecutivo di una cassaforma **200**, in cui delle pareti **206** formano la camera arcuata della cassaforma **200**. Le due pareti in cima sono sollevabili, mentre quelle laterali sono ribaltabili per poter estrarre il concio indurito. Una possibile posizione per una cella di carico è individuata nella zona **204** di un piede d'appoggio **203**.
- 30 La figura 3 illustra in forma schematica un sistema **300** per gestire il riempimento di una pluralità di casseforme **C₁**, **C₂**, ..., **C_n** per conci, tutti destinati ad occupare posti ben definiti all'interno di una galleria da produrre, ogni cassaforma con caratteristiche particolari. Per ogni

cassaforma esiste un modo proprio ottimale di riempirla in termini di portate di riempimento e vibrazioni da applicare, che è stato determinato e registrato con un riempimento “manuale ideale” come piano di riempimento (tempi e quantità e quindi portate variabili durante il riempimento) e un collegato contemporaneo piano di vibrazioni che attiva determinati vibratori posti sulle casseforme con determinate potenze, tempistiche e direzioni delle vibrazioni. Questi piani sono registrati in un’unità di controllo **310** come le relative curve di carico determinate dalle celle di carico applicate alle casseforme **C_n**. L’unità di controllo idealmente dispone di un sistema di intelligenza artificiale che impara da discostamenti di riempimenti da queste curve di carico e da correzioni di riempimento e di vibrazione applicate e istruisce il sistema ad 10 adattare i piani alle variazioni di carico riscontrate durante il versamento e la distribuzione del calcestruzzo nella cassaforma.

L’operatore per iniziare il riempimento di una cassaforma attiva il piano di riempimento e di vibrazione desiderato della cassaforma in produzione e lancia la misurazione contemporanea del carico con la o le cella/e di carico. Nel momento in cui l’unità di controllo **310** rileva una 15 deviazione del riempimento dalla curva di carico ideale, la stessa interviene modificando il piano di riempimento e/o di vibrazione per tornare con l’andamento reale all’andamento nominale/corretto. Il sistema svolge queste funzioni autonomamente, non è necessario l’intervento di un operatore. L’unità di controllo è anche configurata per comandare l’erogatore di calcestruzzo variando i parametri di posizione, tempistiche e portate applicate dell’erogatore, 20 le celle di carico per misurare l’andamento di carico/riempimento e i vibratori per eseguire il piano di vibrazione prefissato ed adattarlo in caso di deviazioni della curva di carico reale da quella nominale.

L’invenzione è quindi finalizzata a introdurre un piano di vibrazione rapportato ad un corretto riempimento della cassaforma che viene modificato simultaneamente alla effettiva modalità di 25 riempimento della cassaforma con calcestruzzo in base a dati ricevuti dalla/e cella/e di carico.

In questo modo la fase di vibrazione viene sottratta alla incertezza dell’operatore e tiene conto della effettiva modalità di riempimento della cassaforma.

Per ogni cassaforma verrà individuata in via preliminare il parametro ottimale di riempimento della cassaforma che diventerà il suo l’elemento conoscitivo. A tal proposito, ogni cassaforma 30 sarà riempita in un modo ottimale al fine di costruire una curva ottimale di riempimento. In fase di produzione dei conci, i riempimenti effettivi sulle casseforme si discosteranno rispetto la

curva ottimale di riempimento e ciò provocherà un adattamento del programma di riempimento e in particolare del piano di vibrazione alle effettive condizioni operative.

Il sistema quindi si compone anche di vibratori elettrici fissati sulle casseforme in numero, potenza e direzioni adeguati allo scopo e determinati in sede di progettazione. Si comporrà un

- 5 quadro elettrico di comando dei vibratori delle casseforme ad essa cablati.

Nel quadro elettrico è inserita l'unità di controllo (comunemente un controllore logico programmabile, in inglese *Programmable Logic Controller*, spesso in sigla, PLC) istruito con un relativo algoritmo a modificare il piano di vibrazione e/o di riempimento conseguente allo scostamento della curva di carico reale rispetto a quella ottimale.

- 10 Il sistema è vantaggiosamente dotato di una interfaccia con il sistema informatico generale dell'azienda al fine di permettere il monitoraggio del funzionamento e l'intervento di modifica dei cicli di lavorazione in rapporto ad altri parametri provenienti da diverse funzioni produttive come ad esempio lo stato in cui si trova il calcestruzzo da utilizzare.

- 15 Il monitoraggio e le tarature possono idealmente essere assicurati anche attraverso strumenti portatili.

RIVENDICAZIONI

- 1) Una cassaforma (100; 200; C_n) per la produzione di conci in calcestruzzo comprendente:

 - (a) una camera definita da una pluralità di pareti (106; 206), di cui almeno una è sollevabile, che è dotata di almeno un'apertura (102; 202) e che è atta a ricevere attraverso detta apertura (102; 202) un getto di calcestruzzo e a contenere detto calcestruzzo ai fini del suo indurimento e la formazione del relativo concio;
 - (b) una pluralità di supporti d'appoggio (203) di detta cassaforma (100; 200) caratterizzata dal fatto di comprendere inoltre
 - (c) nella zona (104; 204) di almeno uno di detti supporti d'appoggio almeno una cella di carico.

2) La cassaforma (100; 200; C_n) secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detta almeno una cella di carico è un rilevatore di carico piezoelettrico.

3) La cassaforma secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che detta camera è a forma di un concio ad arco per la costruzione di tunnel.

4) La cassaforma (100; 200; C_n) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto di comprendere inoltre:

 - (d) almeno un vibratore, preferibilmente una pluralità di vibratori.

5) La cassaforma (100; 200; C_n) secondo la rivendicazione 4, caratterizzata dal fatto che detto/i vibratore/i è/sono un vibratore/vibratori elettrico/i.

6) Procedimento per la produzione di conci in calcestruzzo comprendente le seguenti fasi:

 - (I) messa a disposizione di almeno una cassaforma (100; 200; C_n) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti;
 - (II) riempimento di detta camera con calcestruzzo registrando e memorizzando con un'unità di controllo (310);

- la curva di carico nominale della cassaforma (100; 200; C_n) misurata con detto almeno una cella di carico;
 - il piano di vibrazione nominale e/o il piano di riempimento nominale della cassaforma (100; 200; C_n) con calcestruzzo in termini della portata di calcestruzzo e delle tempistiche di riempimento;
- 5 (III) indurimento ed estrazione del concio prodotto;
- (IV) opzionalmente ripetizione delle fasi (II) e (III) per ridurre l'errore delle misurazioni e/o per registrare i rispettivi piani e curve variando i parametri di riempimento e/o di vibrazione;
- 10 (V) esecuzione di una gettata di calcestruzzo nella cassaforma (100; 200; C_n) applicando tramite detta unità di controllo (310) uno di detti piani di riempimento e/o di vibrazione e contemporaneamente misurazione con detta almeno una cella di carico la curva di carico di detta cassaforma (100; 200; C_n);
- 15 (VI) confronto della curva di carico misurata con la rispettiva curva di carico nominale memorizzata per i piani di riempimento e/o di vibrazione scelti e correzione del riempimento e/o della vibrazione in base ad eventuali differenze rilevate,
- (VII) a riempimento concluso indurimento del calcestruzzo ed estrazione del relativo concio prodotto da detta cassaforma (100; 200; C_n).
- 20 7) Procedimento per la produzione di conci in calcestruzzo secondo la rivendicazione 6 **caratterizzato dal fatto** che detta correzione nella fase (VI) avviene con l'ausilio di intelligenza artificiale.
- 8) Un sistema di gestione (300) della produzione di conci comprendente;
- 25 (i) almeno una, preferibilmente una pluralità, di dette casseforme (C_n) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5;
- (ii) un'unità di controllo (310) che comprende per ogni cassaforma
- almeno una curva di carico nominale; e
 - almeno un piano di vibrazione nominale e/o almeno un piano di riempimento nominale
- 30 ed è configurata per controllare:
- la/le cella/e di carico di ogni cassaforma (C_n) per misurare la curva di carico,

- il/i vibratore/i di ogni cassaforma (C_n) per eseguire detto almeno un piano di vibrazione e/o la portata e le tempistiche di erogazione di almeno un erogatore di calcestruzzo per eseguire detto almeno un piano di riempimento;

ed è configurata per confrontare detta curva di carico misurata con detta curva di carico nominale e per correggere e quindi modificare in base ad eventuali differenze determinate il piano di vibrazione e/o di riempimento.

5 9) Il sistema di gestione (300) secondo la rivendicazione 8 **caratterizzato dal fatto** di comprendere inoltre una interfaccia con il sistema informatico produttivo generale al fine di permettere il monitoraggio di funzionamento e l'intervento di modifica dei cicli di lavorazione in rapporto ad altri parametri provenienti da diverse funzioni produttive, come ad esempio lo stato in cui si trova il calcestruzzo da utilizzare.

10 10) Il sistema di gestione (300) secondo la rivendicazione 8 o 9 **caratterizzato dal fatto** che detta unità di controllo (310) comprende mezzi di intelligenza artificiale per eseguire e ottimizzare la correzione dei piani di riempimento e/o di vibrazione a seguito di un rilevamento di una deviazione della curva di carico misurata dalla curva di carico nominale.

15 11) Uso della cassaforma (100; 200; C_n) secondo una delle rivendicazioni da 1 a 5, del procedimento per la produzione di conci in calcestruzzo secondo le rivendicazioni 6 o 7, o del sistema di gestione (300) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 8 a 10 per produrre una pluralità di conci e per realizzare con questi una galleria.

1/1

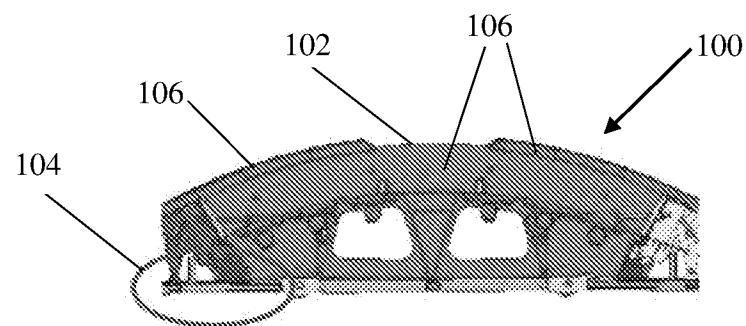


Fig. 1

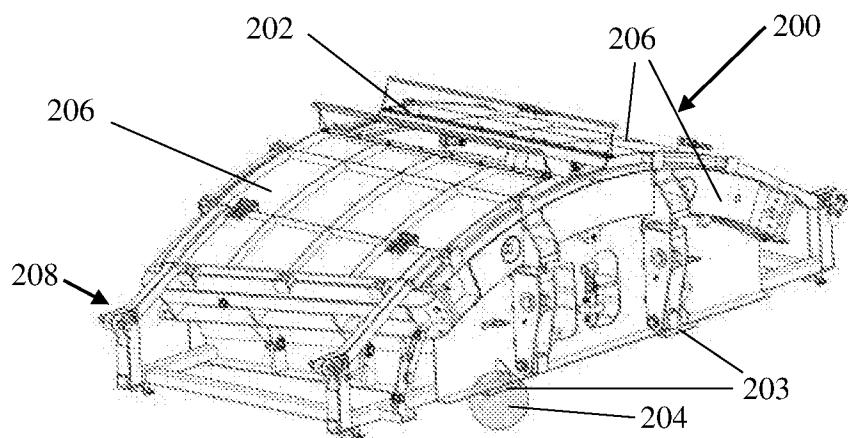


Fig. 2

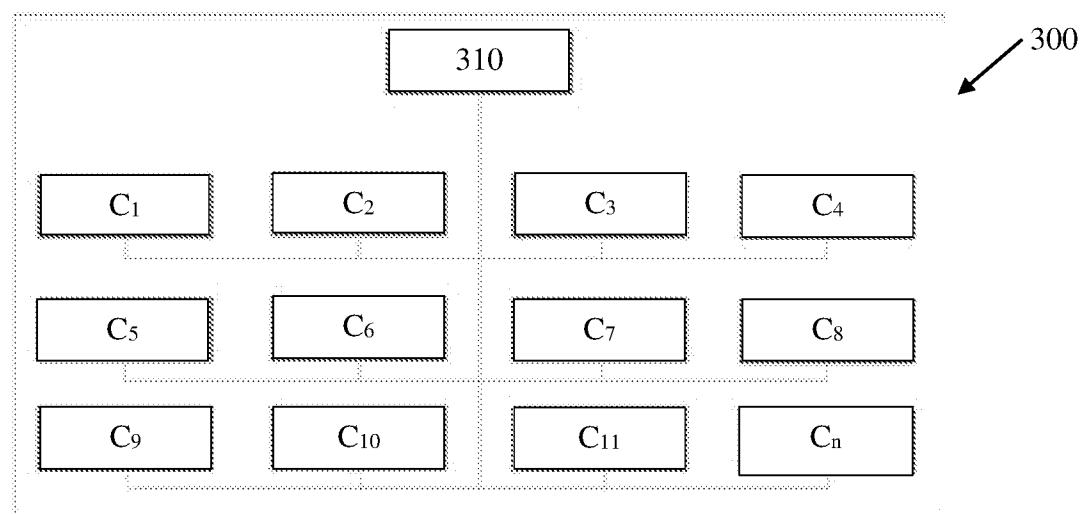


Fig. 3