



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



INNOVAZIONE & SVILUPPO

DELL'INDUSTRIA ALIMENTARE

Allegato A

Capitolato tecnico

Specifiche tecniche minime ed irrinunciabili per la Fornitura di un "Sistema prototipale innovativo di un digestore continuo automatico"

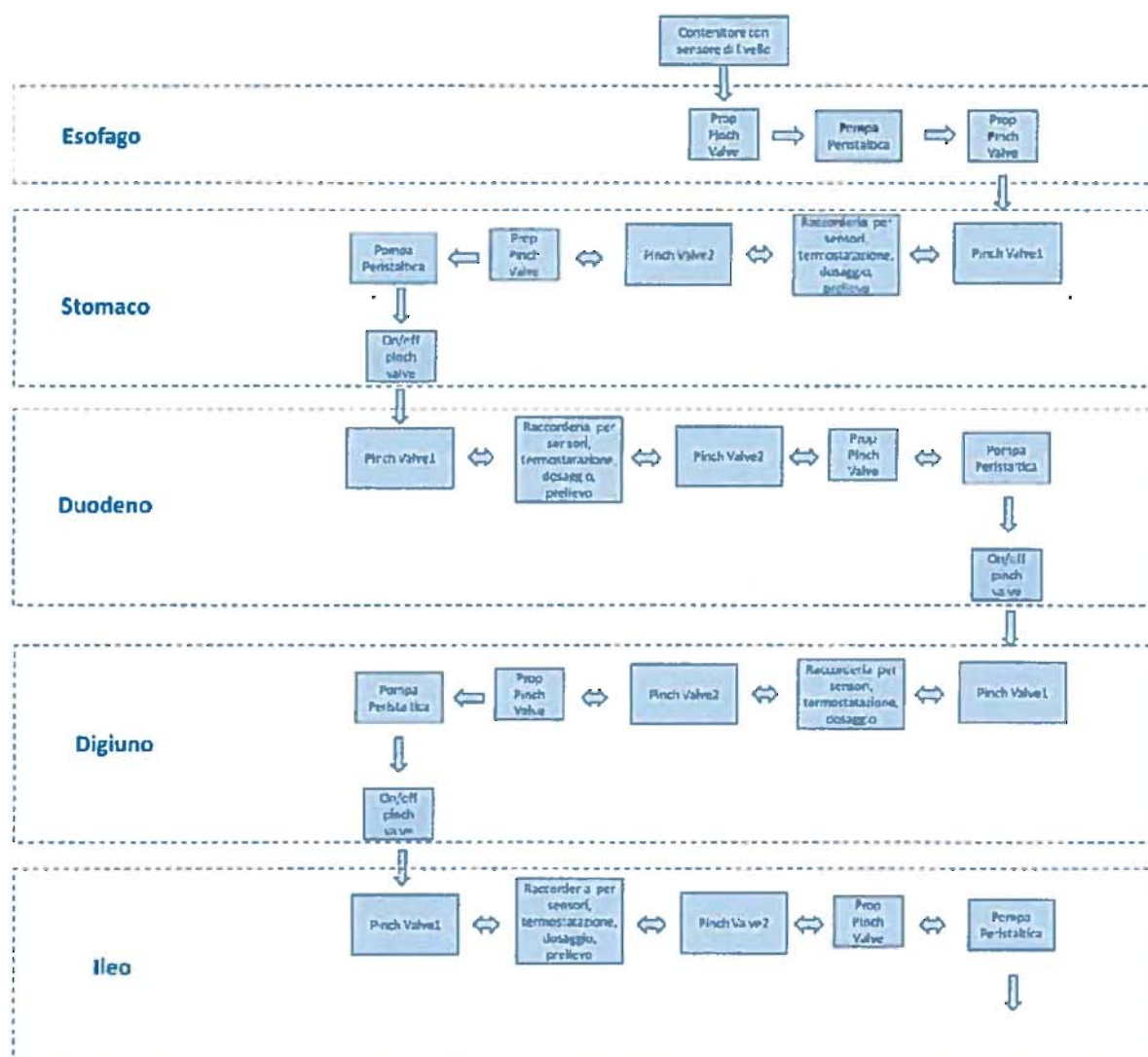


Figura 1: Elementi costruttivi dell'impianto prototipale di digestione automatico da realizzare



UNIVERSITÀ degli STUDI di NAPOLI FEDERICO II



Lo schema di massima dell'impianto che si vuole costruire è riportato in figura 1.

Nel seguito vengono descritte le funzionalità delle diverse parti che costituiscono l'impianto e, solo a scopo illustrativo ma non limitativo e vincolanti nella progettazione, alcuni riferimenti e soluzioni tecniche per la realizzazione dei flussi e dei controlli.

1.1 Esofago

- La funzionalità delle valvole in ingresso ed uscita (epiglottide e cardias) andrà simulata con due valvole di tipo pinch proporzionali ad azionamento elettrico preferibilmente di tipo proporzionale;
- La peristalsi dello stesso tratto verrà simulata da una mini pompa peristaltica posta tra le due valvole;
- Per quanto attiene i materiali essi devono garantire la resistenza in ambiente con acido cloridrico pH in range 1.7 a 7.3.
- A monte deve essere prevista la presenza di un serbatoio di alimentazione dotato di un sensore di livello e di agitatore meccanico in cui verranno posti gli alimenti provenienti da un impianto di simulazione della masticazione che verranno miscelati con imitazioni di liquido salivare prima di alimentare l'impianto di digestione.

1.2 Stomaco

In questa sezione occorre simulare l'azione di mescolamento della peristalsi della muscolatura trasversale, di trasporto della muscolatura longitudinale e di modulazione del volume interno per



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



adattarsi al volume via via crescente del bolo proveniente dall'esofago onde evitare l'aumento della pressione intragastrica, pertanto:

- Le due valvole verranno comandate da un opportuno sistema di controllo in modo da aprirsi in modo proporzionale man mano che il bolo arriva dalla sezione precedente (fase di adattamento volumetrico), per poi chiudersi alternativamente e riprodurre il mescolamento. La chiusura completa di quella più a monte e la leggera chiusura dell'altra per esercitare un'azione di trasporto e di spinta verso la valvola pilorica descritta successivamente.
- A valle di questa sezione occorre simulare la valvola pilorica. Essa nella fisiologia funziona in modo proporzionale (semiapertura) per consentire il passaggio della fase a bassa granulometria (parte liquida o particelle inferiori al mm) nella sezione duodenale e chiusa per coadiuvare la fase di mescolamento. Essa quindi sarà simulata con una valvola di tipo pinch elettrica proporzionale dello stesso tipo commerciale di quella utilizzata per l'esofago.
- A valle della valvola pilorica dovrà essere inserita una minipompa peristaltica in modo da coadiuvare la fase di trasporto del chimo verso la sezione duodenale.
- A valle ancora una valvola pinch on/off di sezionamento.
- E' necessario, inoltre, progettare il circuito aria compressa in base alle caratteristiche idrauliche delle valvole utilizzando un regolatore di pressione proporzionale, scegliere tutta la raccorderia per accogliere la sensoristica indicata e resistenza al contatto con materiali acidi. In particolare, per il sensore di pressione prevedere l'utilizzo di un adattatore/separatore per ambienti acidi idoneo allo scopo.
- Per il dosaggio succhi gastrici /enzimi occorre utilizzare pompe peristaltiche dosatrici scelte in base al range di flusso/quantità di additivo da controllare. I sensori da utilizzare



UNIVERSITÀ FEDERICA STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



dovranno essere idonei a valutare il PH, pressione, temperatura, del contenuto del simulatore. I sensori candidati (salvo verifiche una volta fissate definitivamente tutte i range funzionali) per il PH/temperatura saranno quello per la pressione sarà scelto idoneo al range di pressione finale intragastrico e compatibile con l'attacco dell'adattatore un possibile candidato.

- La termostatazione deve essere mantenuta costante a temperatura corporea $37^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}$. Possibili soluzioni vanno dall'utilizzare riscaldatori flessibili isolati in capton o in gomma silicone intorno al tratto di tubo tra le due valvole pinch, o si potrebbero utilizzare candele in quarzo IR (ma apparentemente sul mercato non sono state trovate di piccola taglia e potenza la casa che li produce fa anche produzioni di candele custom qualora dovesse risultare l'unica soluzione possibile) oppure utilizzare uno scambiatore liquido/liquido costituito da un tubo immerso nella mixture percorso da liquido collegato ad un bagno termostato.

1.3 Duodeno

Nella sezione del digiuno occorre simulare la peristalsi longitudinale (trasporto) e ortogonale (mescolamento).

- La soluzione raccomandata è quella di utilizzare pinch valve (air-operated) scelte di volume inferiore in base alle dimensioni reali dell'organo da simulare.
- Si propone l'inserimento di una valvola proporzionale a valle delle due pinch principali per isolare i fluidi nella sezione voluta per un certo tempo simulando la permanenza nell'organo reale nei processi digestivi.
- Anche per questa sezione dell'impianto prototipale occorre il dimensionamento della parte idraulica compreso raccorderia, dosaggio additivi e la funzione di termostatazione.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



- Occorre, inoltre, prevedere un rubinetto in modo da prelevare piccole quantità di fluido interno per analisi off-line.

1.4 Digiuno

- La soluzione raccomandata è quella di utilizzare pinch valve (air-operated) scelte di volume inferiore in base alle dimensioni reali dell'organo da simulare.
- Si propone l'inserimento di una valvola proporzionale a valle delle due pinch principali per isolare i fluidi nella sezione voluta per un certo tempo simulando la permanenza nell'organo reale nei processi digestivi.
- Anche per questa sezione dell'impianto prototipale occorre il dimensionamento della parte idraulica compreso raccorderia, dosaggio additivi e la funzione di termostatazione.
- Occorre, inoltre, prevedere un rubinetto in modo da prelevare piccole quantità di fluido interno per analisi off-line.

1.5 Ileo

Nella sezione del digiuno occorre simulare la peristalsi longitudinale (trasporto) e ortogonale (mescolamento).

- La soluzione raccomandata è quella di utilizzare pinch valve (air-operated) scelte di volume inferiore in base alle dimensioni reali dell'organo da simulare.
- Si propone l'inserimento di una valvola proporzionale a valle delle due pinch principali per isolare i fluidi nella sezione voluta per un certo tempo simulando la permanenza nell'organo reale nei processi digestivi.
- Anche per questa sezione dell'impianto prototipale occorre il dimensionamento della parte idraulica compreso raccorderia, dosaggio additivi e la funzione di termostatazione.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



- Occorre, inoltre, prevedere un rubinetto in modo da prelevare piccole quantità di fluido interno per analisi off-line.

1.6 Sistema di controllo

Per la sezione controllo sarà necessario utilizzare due linee programmate nell'ambiente di sviluppo grafico Labview. I moduli (configurazione finale) andranno scelti in base alla tipologia, numero dei dispositivi e sensori da controllare.

Il Direttore del CAISIAL
(Prof. P. Nasì)