

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI AGRONOMIA, ALIMENTI, RISORSE NATURALI,
ANIMALI E AMBIENTE

Corso di Laurea Triennale in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche

**Autoclavi per vino spumante: variabili di
progettazione e soluzioni a confronto**

Laureando:

Silvio ARTUSO

Relatore:

Prof. Lorenzo GUERRINI

Anno accademico 2022/2023

Indice

1	Introduzione	1
1.1	Il Metodo Charmat oggi	1
2	L'autoclave	5
2.1	Origini della spumantizzazione in autoclave	5
2.1.1	I primi studi sperimentali	5
2.1.2	Federico Martinotti	6
2.1.3	Eugène Charmat	6
2.1.4	Le prime autoclavi italiane	7
2.2	Le normative che regolano la produzione e la commercializzazione di autoclavi e le relative certificazioni	8
2.2.1	Regolamento CE n. 1935/2004 (Regolamento Quadro MOCA-MCA)	8
2.2.2	Normativa UNI EN ISO 3834	8
2.2.3	Direttiva 2014/68/UE	8
2.3	I materiali di costruzione	9
2.3.1	Gli acciai inossidabili	9
2.3.2	Materiali per guarnizioni e rubber test	11
2.3.3	Materiali per la coibentazione	12
2.3.3.1	Coibentazione con poliuretano espanso	12
2.3.3.2	Coibentazione con lana minerale	12
2.3.3.3	Coibentazione con EPS	12
2.3.3.4	Sughero e fibra di legno	12
2.3.3.5	Coibentazione con PCM	12
3	I componenti di base della moderna autoclave	15
3.1	Componenti strutturali	15
3.1.1	Fasciame o Mantello	15
3.1.2	Fondo superiore e fondo inferiore o fondi laterali	16
3.1.3	Gli spessori di costruzione	16
3.1.4	Sostegni	17
3.1.5	Golfari per il sollevamento	18
3.1.6	Chiusino superiore per autoclave	18
3.1.7	Portella e copri portella	18
3.1.8	Valvole	19
3.1.9	Valvole a farfalla	19
3.1.10	Valvole a sfera	19
3.1.11	Termometro	21
3.1.12	Manometro	22

3.1.13	Valvola di sicurezza	22
3.1.14	Rubinetto assaggia vino	23
3.1.15	Livellostato	23
3.1.16	Indicatore di livello	24
3.1.17	Tubo per il rimontaggio	24
3.1.18	Targa	24
3.2	Sistemi di scambio termico	24
3.2.1	Camicia	24
3.2.2	Camicia bugnata	25
3.2.3	Semitubo	25
3.2.4	Canalino/Semitegolo	25
3.2.5	Serpentino interno	26
3.2.6	Barilotto per il riscaldamento con con resistenza	26
3.2.7	Resistenze elettriche direttamente applicate al fasciame	26
3.2.8	Sistemi a confronto	27
4	Accessori opzionali per autoclave	29
4.1	Accessori per il lavaggio automatico	29
4.2	Candela porosa	30
4.3	Agitatore	30
4.3.1	INOXPA	32
4.3.2	GREC srl	32
4.3.3	Tecnicapompe	33
4.3.4	Enomeccanica Bosio	33
4.4	Computerizzazione del processo	34
4.4.1	WINEGRID - Apparecchio E-Charmat	34
4.4.2	DAINESE TECHNOLOGY - Apparecchio Mousse-maker	35
4.4.3	PARSEC - Apparecchio Aphromate	35
5	Le aziende italiane che producono e commercializzano autoclavi	37
5.1	SIRIO ALIBERTI	37
5.2	INDUSTRIE FRACCHINOLLA SRL	38
5.3	GORTANI SRL	39
5.4	OFFICINE MAROTTA SRL	40
5.5	INOXSA SRL	41
5.6	F2 FAVOTTO	41
5.7	CADALPE SRL	42
5.8	ALBRIGI SRL	43
5.9	COSMEC SERVICE SRL	44
5.10	ITALIMPIANTI società cooperativa	45
5.11	FARCK SRL	45
5.12	SO.L.ME. SRL	45
5.13	ELETTRONICA VENETA SPA	48
6	Alcune aziende estere che producono e commercializzano autoclavi	49
6.1	PIM LTD	49
6.2	LETINA INOX DOO	50
6.3	GPI TANKS E PROCESS EQUIPMENT	51

6.4	SPEIDEL	51
6.5	BIO INOX	52
6.6	ACE MACHINERY CO	52
7	Conclusioni	55
7.1	Principali criticità relative all'impiego di autoclavi	55
7.2	La scelta dei materiali	55
7.3	La scelta del sistema di scambio termico	56
7.4	Osservazioni sulla componentistica di base	56
7.5	La qualità delle saldature	57
7.6	Scelta del tipo di agitatore	57
7.7	Importanza dell'automazione del processo	58
	Bibliografia	59

Capitolo 1

Introduzione

1.1 Il Metodo Charmat oggi

L'elaborazione in autoclave dei vini spumati rappresenta ad oggi la scelta produttiva più diffusa a livello mondiale, con una vastissima gamma di prodotti presenti sul mercato. L'adozione su larga scala di tale processo è stata favorita dalla semplicità di gestione e dalla possibilità di produrre grandi volumi di spumante di qualità con costi decisamente inferiori rispetto a quelli sostenuti nella produzione di uno spumante Metodo Classico.

Come per il Metodo Champenoise, procedimento tradizionalmente svolto nella produzione dello Champagne francese, del Cava spagnolo e del Franciacorta italiano, per il processo di spumantizzazione in autoclave è possibile partire da una cuvée di vini base, questa viene introdotta all'interno del serbatoio a pressione in acciaio inox dove viene avviata una rifermentazione della massa. In origine però l'autoclave fu progettata per l'elaborazione di vini effervescenti profumati derivanti dalla prima fermentazione di varietà aromatiche ed ancora oggi viene utilizzata per la produzione di spumanti aromatici con presa di spuma in prima fermentazione, come il Moscato Fior d'Arancio e l'Asti spumante. Nella maggior parte dei casi in seguito alla presa di spuma si avrà un periodo di permanenza più o meno lungo sui residui dei lieviti esausti, inoltre, mediante l'impiego di agitatori ad elica installati nelle autoclavi e di tubi per il rimontaggio, sarà possibile accelerare e ottimizzare l'estrazione dai residui di lievito delle componenti di interesse enologico [1]. Autoclavi orizzontali offrono una maggiore superficie di scambio tra vino e lieviti esausti ma l'impiego di un agitatore per rimescolare periodicamente

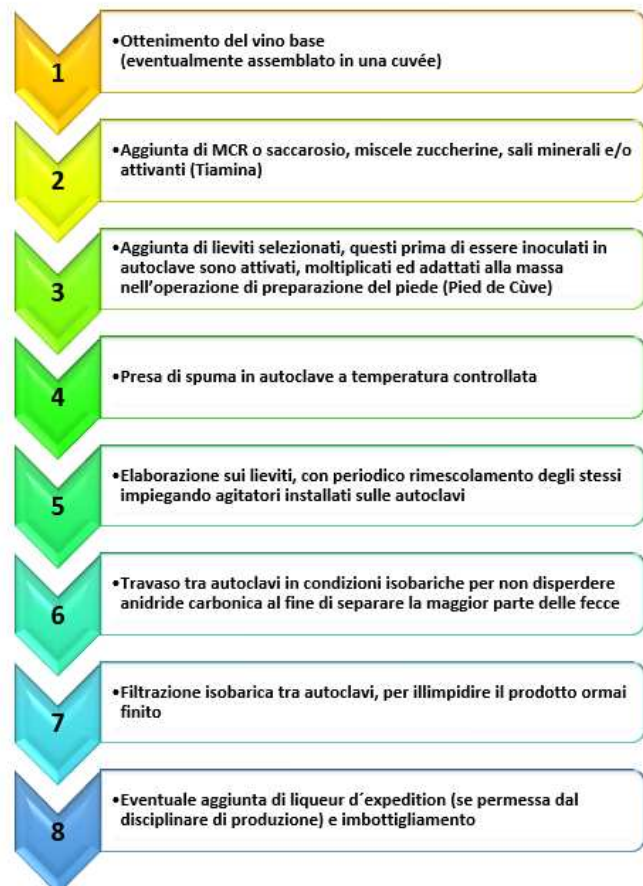


FIGURA 1.1: Metodo *Charmat lungo*.

il fondo del serbatoio resta comunque la soluzione più efficiente. Maggiore sarà il periodo di permanenza ed eventuale rimescolamento della massa e più il risultato sarà uno spumante complesso, è in questi casi che sentiremo parlare di Metodo Charmat Lungo, che ha solitamente una durata variabile dai 9 ai 15 mesi e permette di ottenere un prodotto stabile, caratterizzato da un aroma di lieviti più accentuato [2], con perlage fine e buona persistenza della schiuma [3]. Il metodo Charmat lungo può comportare anche l'aggiunta del liqueur d'expédition dopo la rifermentazione, quando permesso da disciplinare produttivo.



FIGURA 1.2: Metodo *Charmat corto*.

aromatiche, come quelle ottenute dalla coltivazione dei vitigni quali Moscato Bianco, Brachetto, Malvasia. Non avviene alcuna rifermentazione successiva in quanto la presa di spuma si verifica già con la prima fermentazione e viene seguita da filtrazione e imbottigliamento. La fermentazione del mosto è di fatto interrotta mediante filtrazione sterilizzante, si ottiene così un vino spumante naturalmente dolce con elevato residuo zuccherino, ricco di aromi primari varietali e con un basso tenore alcolico.

L'utilizzo di lievi selezionati rappresenta la scelta enologica per eccellenza quando si tratta di far rifermentare un vino base, talvolta però il produttore decide di optare per una rifermentazione ottenuta con addizione di mosto in fermentazione per caratterizzare il proprio vino spumante (ad esempio con un mosto di uve passite in fermentazione). Anche per la presa di spuma dei mosti sono largamente impiegati ceppi di lieviti selezionati ma non mancano i produttori che favoriscono le fermentazioni spontanee.

Quasi sempre, per favorire l'inizio della presa di spuma si attua un riscaldamento della massa tramite resistenze installate sul fondo del serbatoio oppure facendo circolare acqua calda nel sistema di scambio termico, al fine di massimizzare l'attività metabolica dei lieviti e la loro moltiplicazione. Una volta avviata la presa di spuma la temperatura viene abbassata per avere una lenta fermentazione con produzione progressiva di anidride carbonica che andrà ad

L'obiettivo enologico di molti produttori è di ottenere un vino spumante con caratteristiche organolettiche più simili possibili a quelle tipiche di uno spumante Metodo Classico. Per tentare di raggiungere questo obiettivo essi attuano lunghi periodi di affinamento sui lieviti in autoclave, con periodici rimescolamenti degli stessi tramite l'utilizzo di agitatori. Lo Charmat "corto" invece resta sempre il metodo ideale per i produttori che vogliono esaltare i profumi primari varietali dei propri spumanti, sia secchi che dolci. La rapidità (20-40 giorni) del processo permette una spumantizzazione rapida di grandi volumi in base alla richiesta del mercato, partendo da mosti refrigerati facilmente conservabili.

Appare chiaro come nella produzione degli spumanti secchi ottenuti con metodo Charmat sia necessario dapprima ottenere un vino base adatto al nostro obiettivo enologico, stabilizzato e chiarificato, per poi passare in un secondo momento alla rifermentazione con presa di spuma in autoclave.

A differenza degli spumanti secchi, per la produzione di spumanti dolci ottenuti con metodo Charmat, si parte direttamente dalla fermentazione del mosto di uve generalmente

inglobarsi nella massa, questa omogenizzazione del gas nel liquido è talvolta favorita mediante impiego di un agitatore.

Il controllo della temperatura è fondamentale per l'ottenimento di un perlage fine ed omogeneo, è stata dimostrata l'influenza di diverse temperature durante la rifermentazione in bottiglia [4], le basse temperature (10/12°C) favoriscono la dispersione della CO₂ nel vino con conseguente ottenimento di bolle più piccole rispetto a quelle ottenute con presa di spuma a temperature più elevate.

La qualità del vino spumante ottenuto con Metodo Charmat è strettamente dipendente dal grado di maturazione e di sanità delle uve di cui si dispone, che durante i processi di ammostamento devono essere protette dall'ossidazione. In seguito, il risultato dell'ammostamento dovrà essere illimpidito, con l'obiettivo di portare in fermentazione mosti con bassi livelli di precursori aromatici indesiderati [5] e di catechine astringenti.

La personalizzazione in autoclave è fondamentale per differenziare il proprio vino effervescente da quello di altri produttori. Potendo disporre di diversi ceppi selezionati di lieviti con caratteristiche particolari, quali esaltare ed evidenziare i precursori aromatici dell'uva o conferire al vino più sentori caratteristici del periodo di permanenza sui lieviti, è opportuno scegliere adeguatamente un ceppo corrispondente alle proprie esigenze produttive ed obiettivi enologici. Sono proposti sul mercato ceppi selezionati con spiccata capacità autolitica, ceppi con elevata tendenza a flocculare e formare quindi un deposito compatto e molti altri ceppi con diverse caratteristiche [6].

E' opportuno soffermarsi in particolare sulle mannoproteine di parete del lievito, molecole ormai note in qualità di colloidali protettori del vino. Le mannoproteine si sono dimostrate efficaci agenti stabilizzanti nei confronti di intorbidamenti proteici e precipitazioni tartariche [7]. Le mannoproteine vengono liberate nel mezzo grazie all'azione delle β -glucanasi del lievito che determinano la rottura dei legami β -1,3 tra queste molecole ed il β -Glucano di parete [8].

La quantità di mannoproteine liberata è funzione dell'attività autolitica propria del ceppo di lievito selezionato che viene utilizzato [9].

Le mannoproteine hanno dimensioni variabili da 20 kDa a 450 kDa in base al loro grado di polimerizzazione [10]. La funzione di colloidale protettore è stata attribuita alle sole mannoproteine con dimensioni comprese tra 20 kDa a 40 kDa, in particolare è stata individuata una precisa mannoproteina di 40 kDa in grado di inibire la formazione di nuclei di cristallazione di bitartrato[10].

E' stata confermata anche l'influenza di mannoproteine ed altri polisaccaridi di parete sulla consistenza e sulla persistenza della schiuma [11].

Sono liberati nel mezzo anche lipidi (acidi grassi, mono e digliceridi) e sostanze azotate che possono concorrere alla formazione di esteri, chetoni ed aldeidi reagendo con le componenti del vino, dando origine a diverse combinazioni di aromi. L'affinamento sui lieviti porta inoltre alla formazione di note odorose che conferiscono allo spumante l'aroma di lievito e crosta di pane, questi aromi sono dovuti alla presenza di composti contenenti zolfo, in particolare sono state identificate due molecole responsabili di tali odori: il 2-metil-metilditio-furano e il 2-metil-3-furaniolo [2].

La qualità del prodotto di partenza, la scelta del ceppo di lievito e le condizioni di presa di spuma ed affinamento concorrono alla caratterizzazione dello spumante in autoclave.

Capitolo 2

L'autoclave

2.1 Origini della spumantizzazione in autoclave

A partire dalla seconda metà del XVIII secolo i vini effervescenti della Champagne iniziano a riscontrare interesse sul mercato internazionale e per tutto il diciannovesimo secolo la Francia con la sua produzione di spumante domina il mercato delle bollicine nel mondo civilizzato passando dalle 300mila bottiglie prodotte nel 1780 ai 20mln di bottiglie prodotte nel 1900, godendo di una situazione di monopolio totale.

Nonostante il tentativo di lancio sul mercato dello “Spumante Italiano” prodotto con metodo classico dai fratelli Gancia nel 1865 con vino base ottenuto dalla varietà Pinot Nero, in Italia lo sviluppo della produzione e commercializzazione di spumanti procede a rilento persistendo le necessità di tagliare i costi, aumentare le produzioni e velocizzare i processi al fine rendersi in qualche modo competitivi nel mercato delle bollicine.

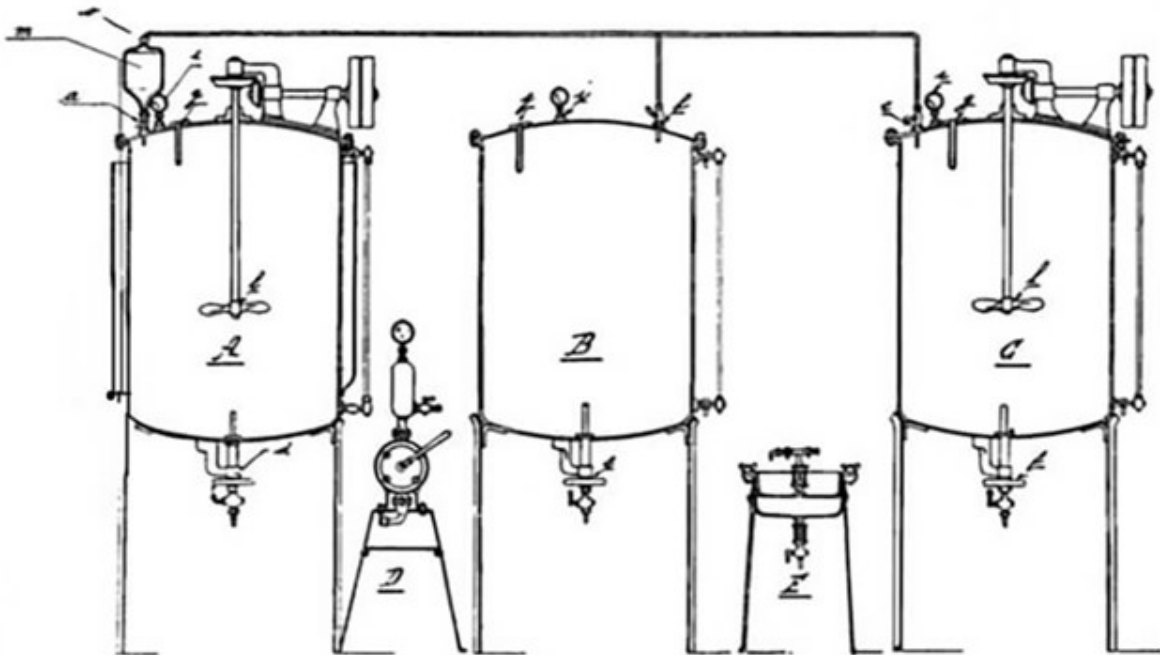
Ma quali costi si intendeva abbattere con l'utilizzo delle autoclavi? Negli anni seguenti studiosi come Martinotti espressero esplicitamente quali intenzioni intendevano raggiungere nel campo della spumantizzazione: niente più rotture, dosaggio regolare operato in grandi masse, “tirage” di bottiglie o mezze bottiglie a seconda delle esigenze di spedizione senza rischi di depauperamento del prodotto, insomma potere assoluto di condurre prese di spuma on demand senza incorrere in alcuna perdita. Prima però di ottenere risultati davvero buoni ed impiegare su larga scala tali impianti la sperimentazione fu lunga ed ostacolata da ben due guerre mondiali.

2.1.1 I primi studi sperimentali

I primi studi sperimentali riguardanti la rifermentazione delle masse risalgono al 1851 e vennero svolti in Francia, dove Rousseau e Brillè sperimentarono la rifermentazione di masse di vino in botti di legno rinforzate chiamate enofori, senza però ottenere risultati soddisfacenti in quanto i contenitori non risultarono sufficientemente resistenti per poter sopportare la pressione che si sviluppava al loro interno. Solo nel 1858, sempre in Francia, a Reims (nella regione della Champagne), il tecnico Edme Jules Maumenè progettò e sviluppò dei recipienti cilindrici in rame argentato con la collaborazione di Louis Jaunay, manager della casa spumantistica Mumm & Co.. Nonostante gli ottimi risultati ottenuti in vari esperimenti con l'ottenimento di volumi fino a 32hl di prodotto stabile, conservabile e qualitativamente accettabile, il sistema innovativo venne screditato da importanti figure del settore vitivinicolo della regione, tra i quali spiccò il prof. Robert di Reims che definì il sistema malizioso e destinato a far cadere nell'oblio le grandi iniziative degli enologi della Champagne. La possibilità di produrre uno spumante a basso costo venne bollata come deleteria per il settore ed il sistema non riscontrò grande interesse sul panorama Francese. Altro ostacolo fu la reperibilità dei materiali di costruzione.

2.1.2 Federico Martinotti

Nel frattempo in Italia Federico Martinotti, al tempo direttore della Regia Stazione di Enologia di Asti (oggi sezione del CREA), progetta, sviluppa e brevetta un sistema di spumantizzazione su scala industriale che egli stesso denomina “apparecchio a lavorazione continua”. Nella prima elaborazione rudimentale l'apparecchio era costituito da tre recipienti in ferro smaltato con protezione interna in legno, in seguito Martinotti implementò una camicia esterna per la refrigerazione, eliminò il legno nel rivestimento interno per questioni igieniche e inserì un agitatore ad elica nell'ultimo recipiente per mantenere i lieviti in sospensione, in sostituzione dell'operazione di remuage svolta per il metodo classico. Le critiche non tardarono e giunsero anche d'oltralpe, dove un ricercatore francese, tale Manceau, criticò il sistema di Martinotti definendolo spaventosamente complicato. L'ultima versione di Martinotti consisteva in una prima autoclave in cui avveniva la rifermentazione del vino base, una seconda dove lo spumante veniva stabilizzato mediante chiarifica e filtrazione e una terza dove si aggiungeva il liquore di spedizione. Nonostante tutti i miglioramenti apportati negli anni il sistema non ebbe modo di essere impiegato su larga scala a causa del costo eccessivo di installazione, dato dalle difficoltà di costruzione dell'impianto e dalla necessità di far smaltare i recipienti in Germania.



Disegno di Federico Martinotti allegato al suo brevetto del 1895

FIGURA 2.1: [12].

2.1.3 Eugène Charmat

Sempre nei primi anni del '900, ma in Francia, Eugène Charmat, sulla base dei precedenti studi e risultati ottenuti da Martinotti in Italia, progettò e brevettò un sistema concettualmente simile all'apparecchio a lavorazione continua, realizzabile però con costi più contenuti, di facile realizzazione e semplice nell'utilizzo. Tale impianto riscontrò subito molto interesse e il cui impiego si diffuse rapidamente. L'impianto nelle prime versioni era composto sempre da tre autoclavi in ghisa smaltata a fuoco collaudate a 12atm, la soluzione refrigerante era formata

da acqua ed alcol metilico denaturato e i serbatoi erano rivestiti in sughero per l'isolamento termico. Ritenuto dai più un sistema pratico, accettabile nell'investimento iniziale e con indubbi vantaggi economici per la cantina rispetto alla rifermentazione in bottiglia, il progetto suscitò interesse tra i produttori, soprattutto in Italia, dove il primo impianto originale Charmat venne acquistato dalla ditta Cora di Costigliole d'Asti nel 1922. Pochi anni dopo fu acquistato anche dalla Martini & Rossi (Pessione, To) e dalla Mirafiore-Fontanafredda (Alba, CN).

Nei vecchi documenti di cantina della storica ditta Fontanafredda viene descritto un impianto composto di cinque autoclavi per la fermentazione, cinque per la refrigerazione e una per la pastorizzazione, quindi 11 autoclavi da 22hl caduna, tutte in ghisa e smaltate internamente con vernice arancione da una ditta di Verona. Ogni autoclave aveva tre rubinetti da 25mm di bronzo con volantino e attacco a vite. L'intercapedine per il raffreddamento con soluzione circolante interessava tutta l'autoclave, dentro circolava una salamoia di cloruro di calcio. Il freddo era dato da un compressore Orion di grosse dimensioni. Le autoclavi erano rivestite, all'esterno, con del sughero catramato ed erano alzate da terra in modo che un operaio potesse lavorarvi sotto; il boccaporto era circolare a passo d'uomo, lo spessore della lamiera era di mm 10 per la parete e 5 mm per l'intercapedine. La pressione nelle autoclavi vuote si otteneva con uso di azoto in bombole. Alfredo Mazzei, enologo di Fontanafredda, nel 1923 scrive: "Chi oggi dovesse impiantare ex novo uno stabilimento per produrre spumanti . . . avrebbe senza dubbio la convenienza ad adottare il processo Charmat" [13].



FIGURA 2.2: [13].

2.1.4 Le prime autoclavi italiane

Nell'estate del 1946 giunge finalmente alle Cantine Luigi Bosca di Canelli la prima autoclave di ferro smaltato made in Italy, costruita dalla ditta Gianazza di Legnano. Le autoclavi Gianazza vennero installate a partire dagli anni '40 nelle maggiori aziende spumantistiche italiane. Dapprima verticali poi orizzontali con volumi iniziali dai 10hl ai 50 hl.

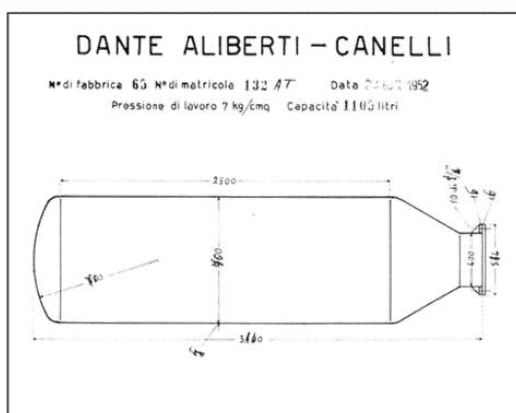


FIGURA 2.3: [13].

l'impiego di guarnizioni in gomma, la refrigerazione con salamoia in glicole etilenico e la possibilità di riscaldamento con candele a resistenza elettrica furono le maggiori innovazioni portate dalla ditta. La coibentazione era in lana di roccia ma fu presto sostituita dal poliuretano espanso.

Anche Siro Aliberti a Canelli costruisce autoclavi e, in seguito, il primo originale pastorizzatore a immersione. Nel 1949 la sua prima autoclave prodotta viene installata nelle cantine Ariano a Santo Stefano Belbo (Cn).

Altre ditte costruirono prototipi di autoclavi per spumanti in quegli anni, come la società "Nebiolo" di Asti e la ditta "Padovan" di Vittorio Veneto [13] [12].

Negli anni seguenti sarebbero state molteplici le realtà imprenditoriali del settore enologico ed impiantistico in generale, sia in Italia che all'estero, che avrebbero progettato e realizzato le proprie autoclavi più o meno caratteristiche e sofisticate, per giungere oggi ad una vasta offerta di mercato per questa tipologia di impianti, che verrà illustrata in seguito in questa tesi.

2.2 Le normative che regolano la produzione e la commercializzazione di autoclavi e le relative certificazioni

Il mosto ed il vino sono liquidi alimentari, deve quindi essere garantita l'idoneità all'impiego degli strumenti e dei relativi materiali di costruzione che vi entrano in contatto, inoltre le attrezzature a pressione come l'autoclave rientrano in una particolare categoria di prodotti sottoposti ad una legislazione severa per garantirne la sicurezza durante l'utilizzo, in quanto all'interno dei serbatoi a pressione si raggiungono i 5/6 bar. L'autoclave per spumantizzazione per essere commercializzata deve quindi essere certificata da enti autorizzati secondo le normative vigenti che impongono standard qualitativi elevati a tutela del consumatore e dei lavoratori.

2.2.1 Regolamento CE n. 1935/2004 (Regolamento Quadro MOCA-MCA)

Questo Regolamento definisce le specifiche caratteristiche cui devono corrispondere tutti i materiali e gli oggetti destinati ad entrare in contatto con prodotti alimentari. Si tratta di utensili da cucina e da tavola, recipienti, macchinari per la trasformazione, imballaggi, il tutto categorizzato in 17 gruppi di materiali ed oggetti. Si tratta di materiali quali vetro, legno, sughero, tessuti, plastica, ecc. In particolare le materie plastiche devono corrispondere a dei requisiti di purezza, sono fissati dei limiti di migrazione di particelle dai materiali all'alimento che se rispettati permettono l'impiego di tale materiale nell'industria alimentare, questo dovrà essere contrassegnato da logo d'idoneità e da dicitura "Per contatto con prodotti alimentari" [14].

2.2.2 Normativa UNI EN ISO 3834

La conformità alla norma ISO 3834 è obbligatoria e propedeutica per tutte le aziende che producono attrezzature metalliche strutturate mediante giunzioni saldate al fine di assicurare che tutte le operazioni produttive siano state svolte in modo adeguato, secondo standard minimi di lavorazione e controllo qualità [15]. Sono definiti i requisiti di qualità cui devono corrispondere le saldature e le tecniche di esecuzione delle stesse al fine di garantire la massima sicurezza durante l'impiego. In seguito alcuni loghi di organismi di certificazione.



FIGURA 2.4: Loghi dei principali organi di certificazione.

2.2.3 Direttiva 2014/68/UE

"La Direttiva 97/23/CE (PED) sulle attrezzature in pressione è sostituita dalla nuova Direttiva 2014/68/UE che si allinea al nuovo quadro legislativo europeo" [16]. Tale Direttiva riguarda l'autoclave in quanto apparecchio con pressione di esercizio superiore a 0.5 bar, viene definita una classificazione delle attrezzature a pressione con relativa categorizzazione, a loro volta i fluidi sono distinti in Gruppo I e Gruppo II in base alla pericolosità. Sono delineati tutti i procedimenti di valutazione di conformità da applicare alle varie categorie di prodotto in sede di analisi qualitativa, definito Quality Assurance System. Il rispetto della Direttiva 2014/68/UE è certificato tramite compilazione e sottoscrizione del Modello di dichiarazione di conformità da rappresentanti di enti autorizzati quali TÜV e DNV. La Direttiva PED riguarda solo l'immissione sul mercato comunitario delle attrezzature a pressione, ma non dà indicazioni in merito

ai requisiti relativi all'esercizio e manutenzione delle stesse, che sono definiti dai regolamenti nazionali. Al momento dell'immissione sul mercato, il fabbricante deve apporre la marcatura CE e rilasciare la dichiarazione di conformità.

2.3 I materiali di costruzione

Premessa la necessità di utilizzare materiali e metodiche costruttive conformi al processo di spumantizzazione per quanto riguarda la sicurezza nella gestione della pressione è fondamentale valutare altre caratteristiche specifiche relative ai materiali utilizzati per la produzione delle varie componenti dell'autoclave.

2.3.1 Gli acciai inossidabili

L'acciaio inossidabile o inox è una lega di ferro (Fe), carbonio (C) e cromo (Cr) ottenuta per la prima volta a fine '800. Ad oggi le diverse tipologie di acciaio inossidabile sono tra i materiali più utilizzati al mondo e risultano essenziali nella produzione di ogni tipo di strumento ed impianto destinato a durare nel tempo, date le peculiari caratteristiche di saldabilità, stampabilità e resistenza alla corrosione di tali materiali.

Il termine "inossidabili" non corrisponde alla vera natura di questi metalli: essi, infatti, sono "ossidabilissimi" [6], infatti non appena la lega entra in contatto con l'aria la superficie dell'acciaio inox si ricopre di un film di passività, ovvero uno strato di ossido estremamente sottile che protegge il metallo dalla corrosione. Il fenomeno di passivazione è dovuto all'ossidazione di molecole di cromo e la resistenza ottenuta dipende dalla quantità di cromo presente nella lega e dall'eventuale presenza di altri metalli.

Esistono diverse categorie di acciaio inossidabile che offrono diversi gradi di resistenza alla corrosione e diverse proprietà meccaniche, è quindi fondamentale scegliere il giusto materiale per la produzione di componenti metallici. Le proprietà di ciascuna lega dipendono essenzialmente dalle diverse percentuali di metalli da cui sono ottenute. In questa tesi non tratteremo di acciai marstenici.

Quando si parla di acciai inossidabili si utilizza in genere la nomenclatura AISI (American Iron and Steel Institute) che classifica gli acciai inox in 5 serie (2XX,3XX,4XX,5XX,6XX) in base alla composizione chimica. Le lettere L e N indicano rispettivamente basso tenore in carbonio e presenza di azoto nella lega. La sigla Ti indica la presenza di titanio nella lega.

La normativa europea UNI EN 10027 del 2006 definisce le denominazioni europee per i diversi tipi di acciaio, permettendo l'utilizzo di due sistemi equivalenti: (A) alfanumerico, descritto dalla normativa UNI EN 10027/1, esempio: S235JR; (B) numerico, descritto dalla normativa UNI EN 10027/2. esempio: 1.0037.

Gli acciai inossidabili ferritici (4XX) contengono, oltre alla componente ferrosa, una percentuale variabile dal 10% al 19% di cromo che garantisce un'ottima resistenza alla corrosione. La microstruttura cristallina di questi acciai è denominata ferritica essendo la medesima del ferro a temperatura ambiente.

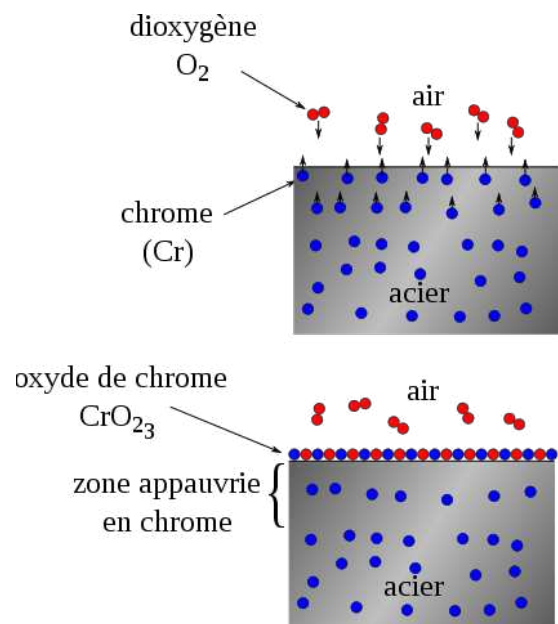


FIGURA 2.5: PASSIVAZIONE.
(Immagine proveniente da Wikipedia)

Gli acciai inossidabili austenitici (3XX) contengono, oltre alla componente ferrosa, un 18/20% circa di cromo ed una percentuale di nichel circa del 8/14% che conferisce al materiale una microstruttura denominata "austenite" molto portata alla lavorazione di stampaggio (resistenza alla trazione), ed altri metalli in percentuali inferiori quali molibdeno e titanio. Si tratta di una tipologia di acciai particolarmente versatili nell'impiego che presentano un'ottima resistenza alla corrosione e proprietà di amagnetismo, nonostante il difetto di dilatare molto rispetto agli altri inox.

Alcuni costruttori utilizzano acciai inossidabili duplex ottenuti con l'impiego di azoto come elemento lega. Questi acciai presentano una microstruttura bifasica di austenite/ferrite che conferisce elevata resistenza al materiale permettendo una notevole riduzione degli spessori di parete con conseguente alleggerimento del proprio prodotto.

I prezzi degli acciai austenitici e duplex subiscono fluttuazioni dovute alla volatilità del prezzo del nichel, mentre i prezzi degli acciai ferritici risultano più stabili.

Nel settore enologico ed in particolare per quanto riguarda le autoclavi si tende ad utilizzare principalmente acciai austenitici date le qualità di amagnetismo, predisposizione alla deformazione plastica, tenuta delle saldature e resistenza alla corrosione. Vengono riportate in seguito le qualità di acciaio generalmente utilizzate nella produzione dei componenti delle autoclavi:

- Acciaio austenitico inox AISI 304 al Cromo-Nichel con buona saldabilità e buona resistenza alla corrosione, tenore percentuale in Carbonio del 0.07%.
- Acciaio austenitico inox AISI 304L (Low carbon) al Cromo-Nichel ideale per costruzioni saldate con buona resistenza alla corrosione tenore percentuale in Carbonio dello 0.03%.
- Acciaio austenitico inox AISI 316 al Cromo-Nichel-Molibdeno con ottima resistenza alla corrosione e capacità di mantenimento delle proprietà meccaniche anche ad alte temperature, percentuale di Carbonio del 0.07%.
- Acciaio austenitico inox AISI 316L (Low carbon) al Cromo-Nichel-Molibdeno con ottima resistenza alla corrosione e mantenimento delle proprietà meccaniche oltre i 400° Celsius, ideale per costruzioni saldate dato il basso tenore in Carbonio, pari allo 0.03%.

In seguito una tabella che indica le principali caratteristiche tecniche di diversi tipi di acciaio.

Tipo di acciaio	Densità	Coefficiente di Dilatazione termica $10^{-6} \times K^{-1}$	Modulo di elasticità	Resistenza alla trazione	Conduttività termica	Magnetismo
ACCIAIO FERRITICO AISI 444	7.7 kg/dm ³	10,8 - 11,6	220KN/mm ²	400-640 N/mm ²	10,8 W/mk	SI
ACCIAIO FERRITICO AISI 446	7.7 kg/dm ³	10 - 11	200KN/mm ²	550-600 N/mm ²	10 W/mk	SI
ACCIAIO AUSTENITICO 304	7,9 kg/dm ³	16,5 - 17,5	200KN/mm ²	540-750 N/mm ²	15 W/mk	NO
ACCIAIO AUSTENITICO 304L	7,9 kg/dm ³	16,5 - 18	200KN/mm ²	500-670 N/mm ²	15 W/mk	NO
ACCIAIO AUSTENITICO 316	8 kg/dm ³	16,5 - 17,5	200KN/mm ²	520-730 N/mm ²	15 W/mk	NO
ACCIAIO AUSTENITICO 316L	8 kg/dm ³	16,5 - 17,5	200KN/mm ²	520/700 N/mm ²	15 W/mk	NO
ACCIAIO DUPLEX (generico)	7.8 kg/dm ³	13,4 - 14	200KN/mm ²	650-1000 N/mm ²	15 W/mk	NO

Alcuni costruttori utilizzano acciai duplex più costosi ma più leggeri e più resistenti alla stress corrosion (corrosione da attacco chimico + sollecitazione meccanica/trazione) rispetto agli austenitici.

Risultano evidenti le differenze tra acciai austenitici, duplex e ferritici.

Oltre alla miglior resistenza alla corrosione rispetto agli acciai ferritici, gli acciai austenitici e duplex offrono una migliore conduttività termica, che ottimizza la trasmissione di calore in caso di raffreddamento o riscaldamento con camicie, canali, semitubi saldati esternamente al fasciame.

Autoclavi con fasciame in acciaio duplex (molto più resistente alla corrosione dei classici acciai austenitici AISI 304 e AISI 316 e meno soggetto a dilatazione termica) presenteranno spessori di costruzione ridotti con conseguente differenza netta tra il peso complessivo di questi serbatoi ed il peso dei serbatoi concorrenti. Il costo maggiore del tipo di acciaio (duplex) risulta così parzialmente bilanciato da un minor utilizzo di materia prima e da un impatto economico sul lato logistico, a pesi minori corrispondono infatti minori costi di trasporto e maggiore semplicità nelle operazioni di carico e scarico dei serbatoi dalle motrici adibite al trasporto e di spostamento delle autoclavi in cantina.

2.3.2 Materiali per guarnizioni e rubber test

I polimeri utilizzati nella fabbricazione di guarnizioni presentano diverse caratteristiche ed indicazioni di utilizzo. I materiali in questione hanno limiti termici di fusione e congelamento, sono più o meno resistenti all'azione di acidi o sali e possono essere più o meno indicati per il contatto con prodotti alimentari in base alla potenzialità contaminante.

Per valutare la migrazione di particelle plastiche dalla guarnizione al liquido, quindi per determinare se il materiale con cui si intende produrre la guarnizione sia idoneo al contatto con i liquidi alimentari che si intende trattare, vengono svolte delle prove sperimentali su campioni di elastomero. I campioni sono messi in contatto per immersione per 4 ore a 100°C con acqua distillata e differenti tipi di soluzioni paragonabili ai liquidi alimentari di interesse, nel caso del settore enologico di tratterà di soluzioni idroalcoliche ed acide.

Nella seguente tabella sono elencati e brevemente descritti i materiali più impiegati nella produzione di guarnizioni per il settore enologico.

TIPO DI ELASTOMERO	LIMITI DI TEMPERATURA	CAMPI D'IMPIEGO	SCONSIGLIATO PER
Buna (NBR) Copolimero di butadiene e acrilonitrile	-20°C/+100°C	Gas naturale, acqua, aria, acqua di mare, salamoia, alcoli, glicoli	Solventi e benzene
EPDM Terpolimero di etilene e propilene + un diene	-35°C/+130°C	Vapore, acqua, acqua di mare, salamoia, sostanze abrasive, fosfati, esteri, chetoni, alcali, composti alimentari, acidi inorganici a bassa concentrazione di NaOH	Idrocarburi, oli, grassi, aria secca
Silicone (Q) Metil vinile silconico	-30°C/+150°C	Bevande, liquidi e solidi alimentari	Idrocarburi, solventi, vapori
Viton (FPM) Copolimero di esafluoropropilene	-10°C/+160°C	Idrocarburi, acidi inorganici ed alogenati, acido fosforico, esteri	Vapori, chetoni, ammine, alcali
Neoprene (CR) Policloroprene	-18°C/+90°C	Olii, acidi minerali diluiti, alcoli, grassi	Chetoni, acidi concentrati, solventi
Gomma naturale Lattice vegetale	-35°C/+65°C	Prodotti abrasivi	Vapore, idrocarburi, olii
Teflon (PTFE) Politetrafluoruro di etilene	-40°C/+180°C	Prodotti corrosivi, solventi	Prodotti abrasivi

2.3.3 Materiali per la coibentazione

2.3.3.1 Coibentazione con poliuretano espanso

Il poliuretano è un polimero termoindurente ottenuto dalla reazione di polioli (resine) e poliisocianati (indurenti) in presenza di un agente espandente, generalmente idrocarburi o CO₂ e di altri additivi. La bassa conducibilità termica λ , variabile tra 0,022 e 0,028 W/mK, e la semplicità di insufflaggio (schiume) in un'intercapedine lo rendono un isolante ideale e largamente utilizzato in vari settori, questo materiale risulta efficiente anche quando utilizzato in spessori minimi.

2.3.3.2 Coibentazione con lana minerale

La lana minerale ha una conducibilità termica λ variabile da 0,035 a 0,040 W/mK, nonostante questi valori è da taluni ritenuta un isolante migliore del poliuretano. Si distinguono lana di vetro, ottenuta con fibre minerali di vetro riciclato e/o sabbia di quarzo e lana di roccia, ricavata dal basalto. Solitamente la lana di vetro è più leggera ma presentano caratteristiche fisiche pressochè identiche. La lana minerale è l'isolante più impiegato in condizioni di alta temperatura.

La composizione della lana minerale include, oltre alle fibre, componenti adesivanti come resinoidi e altri polimeri.

2.3.3.3 Coibentazione con EPS

Il polistirene espanso sinterizzato (EPS) si ottiene per reazione di polimerizzazione tra più molecole di stirene con aggiunta di additivi e di un agente espandente. Il prodotto grezzo si presenta in forma di perle di diversa granulometria che venendo trattate con un flusso di vapore a 90°C si espandono fino a 50 volte il loro volume e si vengono a creare delle cellette chiuse contenenti aria che conferiscono al materiale la capacità isolante, essendo impedito ogni moto convettivo all'interno della struttura del materiale.

L'EPS è un polimero organico di sintesi, costituito essenzialmente da aria (circa per il 95%), Carbonio ed Idrogeno.

La conducibilità termica λ dell'EPS è di circa 0,035 W/mK, risulta quindi essere un ottimo isolante biodegradabile il cui impiego si è diffuso rapidamente in diversi settori.

2.3.3.4 Sughero e fibra di legno

Il sughero è il miglior isolante naturale, funzionale ed ecosostenibile. Il costo elevato, il peso e la scarsa differenza in termini di prestazioni rispetto agli isolanti sintetici o minerali non lo rendono un'alternativa attraente per i costruttori di impianti coibentati.

La fibra di legno risulta rispetto al sughero estremamente economica ma anch'essa non compete con gli isolanti tradizionali dato il peso e l'elevato rischio di innesco.

2.3.3.5 Coibentazione con PCM

I materiali a cambiamento di fase stanno prendendo piede da qualche anno soprattutto in edilizia ma presentano proprietà e caratteristiche che li rendono interessanti anche per quanto riguarda un potenziale impiego nella coibentazione di serbatoi. Infatti, tali materiali hanno la capacità di cambiare stato rilasciando o assorbendo calore latente e se posti tra due ambienti limitano le fluttuazioni termiche dell'ambiente interno al variare della temperatura dell'ambiente esterno modificando la propria natura fisica, passando ad esempio dallo stato solido allo stato liquido quando accumulano calore latente e viceversa dallo stato liquido a quello solido cedendo tale calore latente.

Esistono PCM organici (paraffine, acidi grassi) ed inorganici (sali idrati) oltre a miscele definite "materiali eutettici" composte da più sostanze, queste miscele presentano punti di fusione o solidificazione più bassi di quelli delle singole componenti da cui sono ottenute (alcune leghe metalliche, miscele frigorifere, alcuni minerali).

In seguito, una tabella che indica le principali caratteristiche tecniche relative ai materiali isolanti utilizzabili per coibentare autoclavi.

ISOLANTE	Densità	T di esercizio	Conducibilità termica	Impatto ambientale	Costo	Infiammabile SI/NO
Poliuretano (schiuma)	20/70 kg/ m ³	-40°C/+90°C	0,028/0,031 W/mk	Elevato (isotocianati, polioli).	Basso	SI
Poliuretano (lastra)	30/40 kg/ m ³	-40°C/+90°C	0,022/0,028 W/mk	Elevato (isotocianati, polioli).	Basso	SI
EPS Polistirene/polistirolo	15/35 kg/ m ³	Max 260°C	0,035 W/mk	Medio, 100%riciclabile	Basso	SI
Lana minerale	30/80 kg/ m ³	Max 650°C	0,035/0,04 W/mk	Minimo, 100%riciclabile	Medio-basso	NO
Sughero	190/250 kg/ m ³	-30°C/+125°C	0,04 W/mk	Nulla	Medio-alto	NO
Sughero espanso	100 kg/ m ³	-30°C/+125°C	0,04 W/mk	Nulla	Medio-alto	NO
Fibra di legno	150 kg/ m ³	Max 110°C	0,04 W/mk	Nulla	Basso	SI

Alcuni costruttori come Farck srl propongono anche isolamenti in Armaflex (Armacell), una schiuma elastomerica flessibile (FEF) disponibile in lastre in rotolo adesive con spessori da 3 mm a 32 mm, utilizzata solitamente per il rivestimento di tubazioni per impianti idraulici ed industriali. Questo materiale sintetico e costoso ha una conducibilità termica di 0,04 W/(mk), è poco infiammabile ed autoestinguente in caso di incendio.

La densità di tale materiale è di circa 80 kg/m³, mentre la temperatura di esercizio spazia dai -50°C ai 110°C.



FIGURA 2.6: Immagine di un rotolo Armaflex applicabile esternamente al fasciame.

Capitolo 3

I componenti di base della moderna autoclave

L'autoclave è ad oggi uno strumento largamente utilizzato a livello globale nella produzione di vini spumanti, esistono quindi diverse varianti più o meno sofisticate di autoclave in termini di materiali di costruzione, di dimensioni e soprattutto di caratteristiche tecniche della componentistica di base ed accessoria. L'autoclave può quindi essere complementata da una serie di accessori aggiuntivi, ma risulta sempre composta da alcuni elementi fondamentali: fasciame, fondi, portella, chiusino, valvole, termometro, gruppo di sicurezza (manometro, valvola di sfiato) e rubinetto assaggiavino. In questo capitolo esamineremo nel dettaglio tale componentistica di base, le specifiche tecniche riportate in seguito sono tratte principalmente dal catalogo prodotti dell'azienda Venetacciai, leader nel settore delle componenti metalliche in acciaio inossidabile quali valvole, chiusini, portelle ed altri accessori per serbatoi inox del settore agroalimentare, farmaceutico ed enologico.

3.1 Componenti strutturali

3.1.1 Fasciame o Mantello

Con il termine fasciame si indica il cilindro metallico che costituisce il corpo dell'autoclave. Esso è direttamente a contatto con il liquido alimentare al suo interno e deve quindi presentare una superficie liscia facilmente igienizzabile, oltre ad essere dotato di una buona resistenza alla corrosione (dipendente dal tipo di acciaio impiegato) ed avere uno spessore minimo e una sufficiente qualità delle saldature tali da poter resistere all'elevata pressione che si sviluppa all'interno dell'autoclave. La superficie interna è solitamente lucidata a specchio per garantire la massima igienicità, alcuni costruttori però trattano tale superficie con resine epossidiche ad uso alimentare al fine ottenere la massima resistenza alla corrosione. Il fasciame è solitamente complementato da un sistema di raffreddamento, in genere si tratta di una camicia bugnata per la circolazione del glicole ma vi sono varie alternative, e di un sistema di riscaldamento tramite resistenze, il tutto viene successivamente rivestito con uno strato di poliuretano o lana minerale per la coibentazione. Il rivestimento finale non è che un'altra lamiera cilindrica con funzione di contenimento la cui superficie esterna è spesso personalizzata (liscia, fiorettata, satinata, verniciata). Diametri ed altezze del fasciame variano a seconda della capacità e della pressione di esercizio desiderate per il serbatoio a pressione mantenendo un rapporto diametro/altezza che garantisca un baricentro abbastanza basso da scongiurare l'eventuale ribaltamento. Negli impianti di grandi dimensioni risulta fondamentale rispettare le norme antisismiche di costruzione ed in questo caso la base dell'autoclave è ancorata alla fondazione in cemento armato su cui poggia.

3.1.2 Fondo superiore e fondo inferiore o fondi laterali

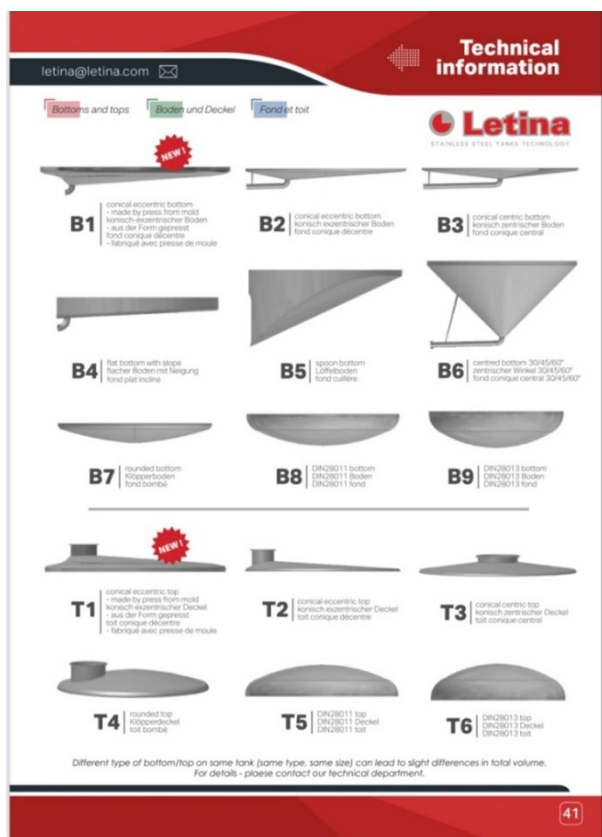


FIGURA 3.1: Da catalogo ufficiale Letina DOO.

(Epicloridrina) ad una resina (Bisfenoli, Bromurati) subito prima di essere spruzzate a caldo sulla superficie interessata, le resine ad uso alimentare non comportano rischi per il consumatore finale di prodotto e garantiscono la massima resistenza alla corrosione.

3.1.3 Gli spessori di costruzione

Tutte le componenti dei serbatoi a pressione devono rispettare diverse normative che abbiamo già descritto in precedenza. Fondi, mantello, portella e chiusino sono soggetti inoltre a norme costruttive che prevedono degli spessori minimi delle lamine di materiale impiegate per l'assemblaggio del serbatoio a pressione, in base al tipo di acciaio (diversa resistenza alla tensione), alle dimensioni del serbatoio ed alla pressione di esercizio che si intende ottenere, le norme ASME. La normativa ASME VIII fornisce la formula per il calcolo dello spessore minimo ammissibile per la costruzione di serbatoi a pressione a lamina sottile (come l'autoclave), tale formula applica il Metodo di Tresca, utilizzando la P esistente sul fondo del recipiente:

$$\frac{P * r}{s} + P \leq \sigma \text{ ammissibile}$$

Per tensione ammissibile si intende un valore ottenuto dividendo la tensione di snervamento specifica del tipo di acciaio impiegato per un coefficiente di sicurezza solitamente pari a 2.

I fondi sono maniacalmente saldati al fasciame per garantire la tenuta stagna dell'impianto, la curvatura del fondo risulta fondamentale al fine di garantire la massima facilità di igienizzazione dell'interno dell'autoclave in quanto un angolo retto risulterebbe potenziale sito di accumulo di materiale con formazione di incrostazioni. Nell'assemblaggio delle autoclavi possono essere impiegati fondi superiori ed inferiori bombati ellittici, oppure fondi superiori conici con apertura centrale o in posizione eccentrica e fondi inferiori conici utili per l'ottenimento di un deposito di lieviti più compatto e localizzato, a favore di una rapida eliminazione delle fecce. Anche le saldature tra fasciame e fondi sono lisce alla perfezione proprio per garantire una completa igienizzazione a seguito dell'operazione di lavaggio, per cui è fondamentale l'assenza di porosità o increspature della superficie di contatto essendo potenziali siti di formazione di biofilm batterici.

Le superfici interne di fondi e fasciame possono essere lucidate a specchio o rivestite con resine epossidiche al fine di massimizzare la resistenza alla corrosione e facilitare la pulizia. Le resine epossidiche sono bicomponenti ottenute con addizione di un termoindurente

$$\frac{\sigma \text{ di snervamento}}{2} = \sigma \text{ ammissibile}$$

Prima di applicare la formula ottenuta dall'equazione di Tresca è utile determinare la tensione massima ammissibile, moltiplicando la tensione ammissibile relativa al materiale per un coefficiente relativo alla tenuta delle saldature (E =efficienza della saldatura) variabile da 0.85 a 1, tale correzione può essere integrata direttamente nella formula proposta per il calcolo dello spessore minimo ammissibile (s), ovvero:

$$s \geq \frac{P * r}{(E * \sigma \text{ ammissibile}) - P}$$

È evidente come la scelta del tipo di acciaio impiegato, la pressione di esercizio desiderata e le dimensioni del serbatoio siano le principali variabili in gioco. Il costo di costruzione di un'autoclave cresce esponenzialmente in relazione alla capacità e alla pressione di esercizio desiderate, questo perché ovviamente grandi spessori si ottengono con elevate quantità di acciaio. Più grande è pensato un serbatoio a pressione e più questo sarà costoso e pesante, generalmente una cantina preferisce utilizzare diverse autoclavi di piccola e media capacità, anche al fine di diversificare le produzioni.

3.1.4 Sostegni

La maggior parte delle autoclavi verticali è dotata di gambe di sostegno in acciaio inox, talvolta ad altezza regolabile, ma solo al di sotto di una certa capacità è sensato pensare di poter sostenere il serbatoio con delle gambe, le autoclavi verticali di capacità superiore a 40.000 hl hanno spesso una base ad anello in acciaio ancorabile al cemento su cui poggiano.

Le autoclavi orizzontali sono solitamente sostenute da due gambe a sezione rettangolare e base piana.



FIGURA 3.2: Autoclave orizzontale Gortani.

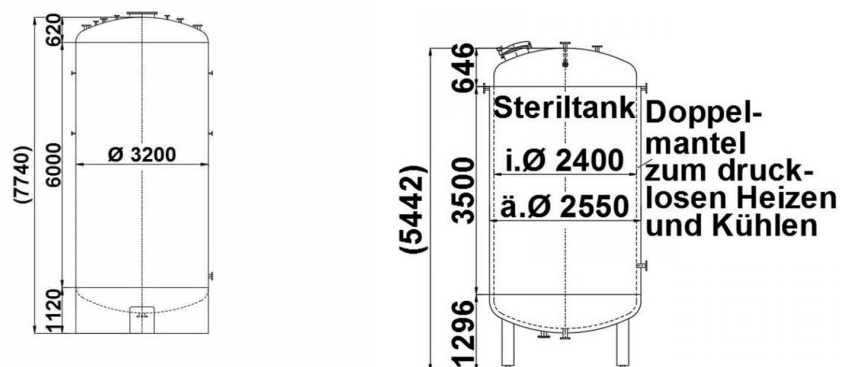


FIGURA 3.3: Disegni tecnici da catalogo Sielmann Bremen prodotti usati, categoria "Pressure Vessels" (Wilhelm Sielmann GmbH & Co., Germania).

3.1.5 Golfari per il sollevamento

Le autoclavi sono generalmente dotate di due siti di ancoraggio per catene che rendono possibile il sollevamento e lo spostamento dei serbatoi mantenendoli in posizione verticale senza rischiare danneggiamenti all'impianto.

3.1.6 Chiusino superiore per autoclave

Sempre utile per le operazioni di ispezione, pulizia e manutenzione interne all'autoclave. Anche questi sistemi di chiusura devono essere collaudati e certificati secondo la normativa vigente relativa agli impianti a pressione 2014/68/CE.



FIGURA 3.4: Immagini da catalogo Venetacciai.

3.1.7 Portella e copri portella

La portella ovale “a passo d'uomo” dell'autoclave serve essenzialmente per poter eseguire le operazioni di pulizia e sterilizzazione dell'interno dell'autoclave e per svolgere attività di manutenzione ovviamente a recipiente vuoto. La portella presenta una guarnizione che rende il sistema di chiusura ermetico, il bordo della portella è saldato direttamente al fasciame e l'apertura è solitamente verso l'interno in modo che la pressione contribuisca alla tenuta del sistema di chiusura invece che esserne d'ostacolo. Il copri portella coibentato completa solitamente il sistema di isolamento, che altrimenti presenterebbe una zona di dispersione termica corrispondente al foro portella. Immagini da catalogo venetacciai:



FIGURA 3.5

3.1.8 Valvole

I serbatoi ad uso enologico possono essere equipaggiati con diversi tipi di valvole, queste possono essere valvole a farfalla o valvole a sfera solitamente forgiate in acciaio inox AISI 304/304L o AISI 316/316L. La temperatura di esercizio è determinata principalmente dal tipo di elastomero di cui è composta la guarnizione della valvola mentre la pressione di esercizio è determinata da diametri, spessori e caratteristiche costruttive del tipo di valvola. Oggi esistono valvole a sfera e a farfalla tecnologicamente sofisticate, anche in versioni servocomandate che si aprono o chiudono per azione di un attuatore pneumatico installato sulla valvola.



FIGURA 3.6: Immagini da catalogo Veneta Acciai.

3.1.9 Valvole a farfalla

Le valvole a farfalla offrono un sistema di apertura e chiusura rapida mediante l'utilizzo di un disco che ruota sul proprio asse, questo sistema permette la regolazione del flusso mediante apertura parziale della valvola. La funzionalità e la struttura semplice di questo tipo di valvole le rendono adatte ad essere prodotte anche in formati di grande diametro ed utilizzate anche per fluidi con solidi sospesi, presentano purtroppo una scarsa tenuta alla pressione se non in formati di dimensioni ridotte e sono per questo raramente utilizzate nella costruzione di autoclavi, attrezzate solitamente con valvole a sfera.

3.1.10 Valvole a sfera

L'autoclave è generalmente attrezzata con varie valvole a sfera, il sistema di chiusura di queste valvole è costituito da una sfera cava e perforata che ruota sul proprio asse di 180°, questo sistema non si presta alla produzione di valvole con grandi diametri (solitamente per le autoclavi non si superano i 150mm) ma garantisce un'ottima tenuta rispetto alle valvole a farfalla. I costi di produzione delle valvole a sfera sono superiori a quelli delle valvole a farfalla a causa della loro complessità strutturale. Il movimento della valvola a sfera può essere azionato

manualmente con una maniglia in acciaio inox o con un azionamento pneumatico mediante un attuatore semplice o a doppio effetto, oppure mediante un attuatore elettrico. Le valvole possono essere a una o a due vie, queste ultime possono essere utilizzate anche a flusso invertito e sono quindi obiettivamente più funzionali. Vengono proposte dal mercato anche valvole a sfera a tre vie e valvole a sfera semprepiene.

Generalmente l'autoclave è attrezzata con diverse valvole a sfera con diverse funzioni come ad esempio lo scarico totale sul fondo, lo scarico parziale ed il collegamento ad un sistema di rimontaggio interno.

Le valvole a sfera utilizzate nell'assemblaggio di autoclavi possono essere saldate al fasciame e quindi stabilmente ancorate all'impianto e non sostituibili oppure dotate di una flangia con viti passanti che le collega al corpo dell'autoclave rendendole così facili da rimuovere e reinstallare e particolarmente adatte all'impiego nel settore alimentare.

Le valvole a sfera ad uso enologico ed in particolare per quanto riguarda le autoclavi sono quasi sempre caratterizzate da attacco DIN (Deutsche Institute Normung) filettato per il collegamento con tubazioni e strumenti.



FIGURA 3.7: Valvola a sfera con flangia, viti passanti ed attacco DIN e valvola a sfera saldabile al fasciame (Da catalogo S.M. INOX Srl).

La seguente tabella illustra i diversi diametri delle valvole a sfera ad uso enologico per la costruzione di autoclavi con relativa categoria di rischio, temperatura di esercizio e assegnazione della categoria di rischio in base all'allegato II della Direttiva 2014/68/CE.

(I Dati da catalogo Venetacciai)

Valvole a sfera (Allegato II - 2014/68/CE)			
DN(mm)	PN(bar)	Temperatura (C°)	Categoria di rischio
15-50	16	-15/+80	Art. 4.3
60-100	10	-15/+80	Art. 4.3
125-150	6	-15/+80	Art. 4.3

Valvola semprepiena (3.8) con possibilità di essere chiusa sia verso l'interno che verso l'esterno del recipiente, è dotata di tre fori, quando la valvola è chiusa verso l'interno perché non è più necessario il suo impiego, tramite la rimozione di una vite è possibile scaricare il contenuto della valvola e contemporaneamente igienizzare l'interno della sfera cava evitando ogni possibile incrostazione, grazie alla presenza del terzo foro.

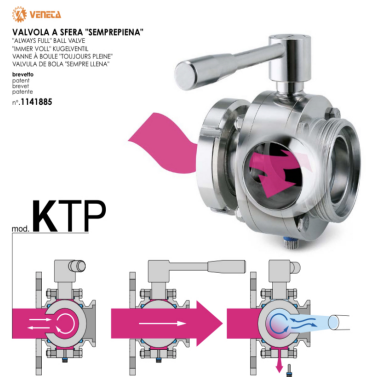


FIGURA 3.8: Immagini da catalogo Venetacciai.

Valvola a tre vie (3.9) per svuotare, procedere con il lavaggio e successivamente riempire nuovamente l'autoclave senza necessità di sostituire le tubazioni in utilizzo.



FIGURA 3.9: Immagini da catalogo Venetacciai.

3.1.11 Termometro

Nel processo di spumantizzazione è fondamentale il controllo della temperatura, risulta quindi necessario disporre di un termometro preciso e sofisticato che ne permetta un monitoraggio costante. L'autoclave è solitamente dotata di un termometro elettronico (3.10 a sx) a sonda assiale alimentato a batteria, le variabili in termini di specifiche tecniche di interesse enologico riguardano precisione e risoluzione dello strumento oltre al tempo di campionamento, ovvero ogni quanto viene effettuata la misura. Per precisione si intende il margine d'errore nella misurazione della temperatura da parte dello strumento mentre per risoluzione si intende la minima variazione di temperatura che lo strumento 'è in grado di percepire. Alcune autoclavi sono attrezzate con termometro analogico (3.10 a dx) , generalmente meno preciso e più soggetto ad errore umano del termometro digitale elettronico. Generalmente il serbatoio a pressione è dotato di un singolo termometro, questo è posto ad altezza d'uomo sul fronte dell'autoclave. Anche il sistema di scambio termico è dotato di termometri per monitorare le temperature del fluido refrigerante in entrata ed in uscita.



FIGURA 3.10: Sito ufficiale Tech Engineering e sito ufficiale Wika

3.1.12 Manometro

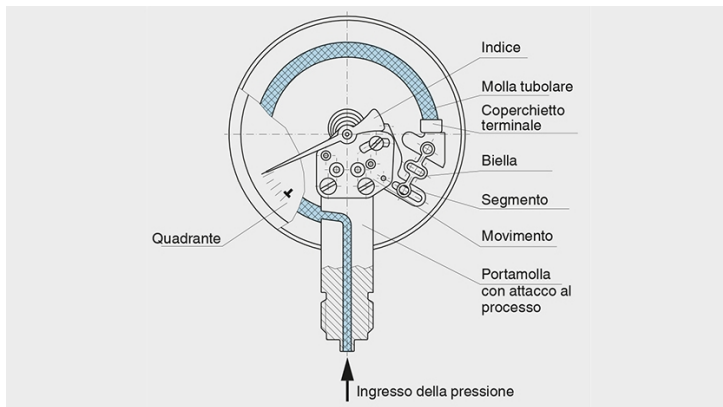


FIGURA 3.11: WIKA Instruments Italia S.r.l.

Nel processo di spumantizzazione risulta fondamentale il costante monitoraggio della pressione interna al serbatoio ed ‘e quindi necessario attrezzare quest’ultimo con un manometro.

I manometri utilizzati nell’assemblaggio delle autoclavi sono solitamente del tipo Bourdon a molla, interamente realizzati in acciaio inox per offrire massima resistenza alla corrosione. La molla del manometro ‘e data da un tubo ripiegato a sezione ovale detto tubo di Bourdon, questo subisce l’azione della pressione

del fluido che causa un movimento della molla che viene trasmesso ad una lancetta che si muove su un quadrante raffigurante una scala di pressioni. Il movimento della lancetta sulla scala è proporzionale alla pressione del fluido ma esistono anche versioni in formato digitale.

Il manometro deve essere tarato periodicamente per assicurarsi che riporti i valori di pressione realmente presenti all’interno del serbatoio.

3.1.13 Valvola di sicurezza

VENETA ACCIAI Ver. 04.18

Valvola di sicurezza a scarico libero - PED 2014/68/EU IV^o Cat. art. 40
Safety valve with free discharge - PED 2014/68/EU IV^o Cat.
Sicherheitsventile - PED 2014/68/EU IV^o Cat.
Souppape de sécurité avec refluxement libre - DESP 2014/68/EU IV^o Cat.
Válvula de seguridad con descarga libre - PED 2014/68/EU IV^o Cat.

POS.	CODE	PARTS NAME	MAT.
-	VS-003-08	UNLUS BALL BEARING, 1" DIA X 1/2" L	1.4308
-	VS-003-04	UNLUS BODY	1.4308
-	VS-003-07	GASKET	P.T.F.E
-	VS-003-09	DISC/TIP	1.4308
-	VS-003-05	SHUTTER SYSTEM	1.4308
-	VS-003-03	SPRING REGULATOR	1.4308
-	VS-003-02	SHUTTER STOP	1.4308
-	SEE TABLE	SPRING	1.4310
-	VS-003-16	SEAL	1.4337

LET. PRESSURE	TOTAL LENGTH	EXTERNAL DIAMETER	ACTIVE SPIRIT	WIRE DIAMETER	SPRING DRAWING
bar	mm	mm	mm	mm	
4.5	8.5	30	8	4.50	VS-003-13
6.1	8.5	30	8	4.50	VS-003-14
8.1	11.0	30	8	4.50	VS-003-15
11.1	15.0	30	8	4.50	VS-003-16

TECHNICAL SPECIFICATIONS	
PRESSURE PRODUCT IN COMPLIANCE TO DIRECTIVE	PED 2014/68/EU
DESIGN CODE	EN-ISO 4126-1
CATEGORY AND CLASSIFICATION	IV
CONSTRUCTION MODULE	001
CUSTOMER NOTICES/REMARKS/REVISIONS	001/01/Standard
NOMINAL DIAMETER - DN	1"
DESIGN PRESSURE - PS	40 barg
INTERNAL DIAMETER	27 mm
AREA	5.73 cm ²
FIELD CALIBRATION	AS - 15.0 barg
TEMPERATURE	0° to 200° C
FILTRATION	Gas GP 1 - 2 except explosive gases
MARKING	CE 1005
THREADS MALE	G 1" (ISO 228)
DISCHARGE COEFFICIENT	k _d = 0.80
CLOSURE GAP	0.20%
TOLERANCE ON SETTING	± 3% of set value

FEATURES

FIGURA 3.12: Immagini da catalogo Venetacciai.

Le valvole a scarico libero sono essenziali per operare in totale sicurezza, la pressione in eccesso che può formarsi internamente all'autoclave viene lentamente scaricata all'esterno evitando il raggiungimento di sovrappressioni pericolose per la tenuta dell'impianto.

Manometro e valvola di sfiato sono solitamente installati su uno speciale raccordo per autoclave costituendo il gruppo di sicurezza del serbatoio a pressione, che comprende anche una valvola a sfera (valvola di sfiato) su cui è solitamente installabile un apparecchio preleva campioni.

3.13 Officina f.lli Marotta.

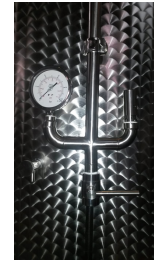


FIGURA 3.13

3.1.14 Rubinetto assaggia vino

Nel corso del processo di spumantizzazione e affinamento sulle fecce, oltre al monitoraggio di temperatura e pressione, risulta fondamentale poter analizzare il prodotto per capire come stiano procedendo la presa di spuma o l'affinamento. E' per questo fondamentale che l'autoclave sia attrezzata con un rubinetto assaggia vino (3.14) per poter prelevare piccole quantità di prodotto da analizzare.



FIGURA 3.14

3.1.15 Livellostato



FIGURA 3.15

Al fine di determinare con precisione assoluta il livello del liquido interno al serbatoio è essenziale, soprattutto operando con una massa che deve subire una fermentazione, disporre di un livellostato fisso laterale interno al fasciame che permette di individuare il momento esatto in cui interrompere lo scarico delle fecce grossolane in eseguito alla rifermentazione o prima fermentazione in pressione. Un altro livellostato è solitamente posto in posizione verticale sul fondo superiore dell'autoclave per segnalare quando nel recipiente si è raggiunta la massima capacità. Nel caso in cui il serbatoio a pressione sia destinato al solo stoccaggio di prodotto finito è sufficiente sia attrezzato con livellostato verticale.

CAMLOGIC sas – Cavriago (RE)

Questa azienda offre due tipi di sistemi di controllo del livello del liquido interno all'autoclave, entrambi gli indicatori di livello sono idonei al contatto con alimenti e la superficie a contatto con il liquido è in acciaio inox al fine di resistere alla corrosione.

Si tratta di livellostati a galleggiante che sfruttano la spinta idrostatica, il movimento del galleggiante è trasmesso ad un magnete che commuta un microswitch di segnale. Non necessitano di alimentazione.



FIGURA 3.16

- Temperatura di processo: -10/+100 Celsius
- Pressione max di processo: 25bar

3.1.16 Indicatore di livello

L'asta di livello mostra all'operatore di cantina, secondo principio dei vasi comunicanti, il livello del liquido in tempo reale ma non garantisce precisione assoluta in tale determinazione, soprattutto per questioni termiche e/o correlate alla velocità di riempimento del serbatoio.



FIGURA 3.17: Fronte di un'autoclave orizzontale (Officina f.lli Marotta)

3.1.17 Tubo per il rimontaggio

La maggior parte delle autoclavi in commercio sono dotate di una tubatura che collega una valvola a sfera di scarico parziale alla sommità del serbatoio al fine di poter effettuare l'operazione di rimontaggio della massa.

3.1.18 Targa

Per legge, sulle autoclavi è applicata una targa identificativa del prodotto che comprende la scheda tecnica dell'impianto.

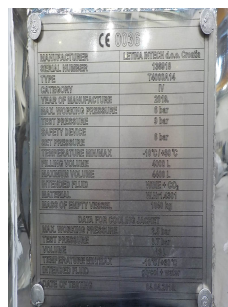


FIGURA 3.18: Immagine da sito dell'azienda Letina.

3.2 Sistemi di scambio termico

3.2.1 Camicia

Nel sistema di scambio termico con camicia l'intercapedine viene realizzata con una lamiera in acciaio inox che viene saldata al serbatoio creando uno spazio idoneo alla circolazione di acqua fredda, soluzione glicolata o vapore. Questo sistema di scambio termico è oggettivamente meno efficiente dei concorrenti in termini di velocità di raffreddamento, ma se realizzato con determinate caratteristiche offre delle curiose possibilità.

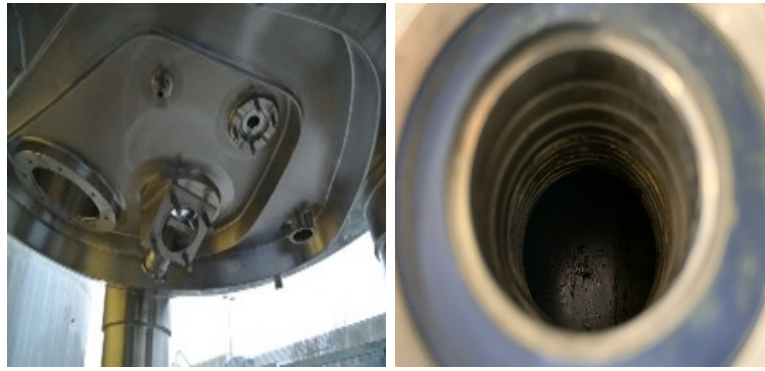


FIGURA 3.19

A sinistra: serbatoio in assemblamento predisposto all'applicazione di sistema a camicia, Zorzi Inox. A destra: foro di entrata del liquido refrigerante che lascia intravedere il fasciame interno, foto scattata presso U.B. S.p.A.

3.2.2 Camicia bugnata

La camicia bugnata (3.20) si ottiene partendo da due lamiere in acciaio inox sovrapposte che vengono saldate per punti, in seguito si applica una pressione idrica interna al circuito tale da deformare la lamiera esterna ottenendo la bugnatura "a nido d'ape" in cui circoleranno il fluido refrigerante o il vapore. La bugnatura permette di ottenere maggiore superficie di scambio termico rispetto al sistema a camicia ed incrementa i moti turbolenti del fluido circolante con conseguente innalzamento del coefficiente di scambio termico.

Zorzi Inox, serbatoio miscelatore con camicia bugnata e rivestimento in poliuretano (3.20).



FIGURA 3.20

3.2.3 Semitubo

Il sistema di scambio termico a semitubo (3.21) può essere realizzato in modi diversi, la soluzione più diffusa è quella di realizzare una spirale intorno al fasciame saldando consecutivamente varie lamiere ripiegate a formare sezioni longitudinali di tubo, la soluzione ideale è però quella di realizzare il semitubo con un unico ritaglio di nastro in bobina in acciaio inox ripiegato, al fine di minimizzare i punti critici, la quantità di saldature, il tempo di applicazione del sistema al fasciame. Questo sistema di scambio termico consente al fluido un passaggio a direzione obbligata ma presenta superficie di scambio termico inferiore a quella ottenibile con camicia o camicia bugnata, il maggior vantaggio offerto dal sistema a semitubo è quello di poter essere facilmente applicato in modo continuo anche al fondo superiore ed inferiore.

Zorzi Inox, sistema a semitubo.



FIGURA 3.21

3.2.4 Canalino/Semitegolo

Il circuito a canalino o semitegolo è concettualmente simile al circuito a semitubo, la lamiera piana in acciaio inox di partenza viene sagomata a formare un canale di sezione rettangolare che viene saldato a spirale intorno al fasciame. Le dimensioni del semitegolo enologico solitamente

sono: altezza 15mm e larghezza 111mm. Anche il sistema a canalino consente al fluido una direzione obbligatoria ma offre anch'esso una limitata superficie di scambio termico.



FIGURA 3.22: Zorzi Inox, sistema a canali.

3.2.5 Serpentino interno

Il circuito a serpentino interno è realizzato con una tubazione in acciaio inox spiralata, in corpo unico o in componenti saldate, posta all'interno del fasciame che si sviluppa dal fondo inferiore dell'autoclave alla cima del cilindro del fasciame e permette il passaggio del fluido refrigerante o del vapore in direzione obbligatoria. Rispetto al sistema a canalino ed al sistema a semitubo, questo tipo di circuito offre la maggiore superficie di scambio termico, sottraendo però volume utile al contenimento di prodotto.



FIGURA 3.23

3.2.6 Barilotto per il riscaldamento con con resistenza

Molte autoclavi proposte dal mercato sono dotate di barilotto, ovvero una cavità realizzata sul fasciame per l'inserimento di resistenze elettriche per il riscaldamento della massa.

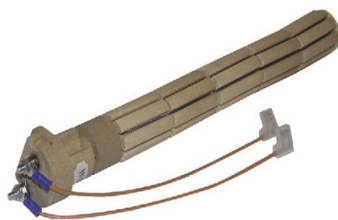


FIGURA 3.24: Resistenza in steatite, catalogo ManoMano.

3.2.7 Resistenze elettriche direttamente applicate al fasciame

Poste solitamente sul fondo inferiore dell'autoclave, sono utilizzate per il riscaldamento della massa di vino base prima dell'inoculo del lievito selezionato. Le resistenze elettriche sono costituite da un involucro contenente una serpentina metallica detta resistore che viene attraversata da corrente elettrica, surriscaldandosi. Il surriscaldamento avviene perché il metallo di

cui è costituita la serpentina oppone una resistenza elettrica al passaggio della corrente, tale capacità frenante è misurata in Ohm mentre il potere riscaldante attribuito ad una resistenza è solitamente espresso in Watt.



FIGURA 3.25: Resistenza elettrica a serpentina piana.

3.2.8 Sistemi a confronto

	Camicia	Camicia bugnata	Semitubo	Canalino	Serpentino interno
Perdite di carico	Elevate	Scarse	Quasi assenti	Quasi assenti	Quasi assenti
Superficie di scambio termico	Elevata	Elevata	Limitata	Limitata	Elevata
Costo applicazione	Medio-basso	Medio	Elevato	Elevato	Elevato
Ingombro volumetrico	Scarso	Scarso	Scarso	Scarso	Elevato
Velocità di azione sulla Temperatura	Lenta	Media	Elevata	Elevata	Elevata
Utilizzabile per refrigerare	SI	SI	SI	SI	SI
Utilizzazione per riscaldare	Sconsigliato	Sconsigliato	SI	SI	SI

La tabella proposta mette a confronto i diversi sistemi di scambio termico sotto diversi aspetti, le resistenze elettriche possono essere utilizzate solo per il riscaldamento ed una moderna autoclave ne è solitamente dotata in quanto rappresentano la miglior soluzione per un rapido riscaldamento ed è sufficiente disattivarle ed attivare il sistema di refrigerazione per rallentare la presa di spuma. La variante più diffusa di sistema di scambio termico applicato all'autoclave è la camicia bugnata, i principali motivi di tale scelta sono la versatilità di questo sistema all'utilizzo con liquidi freddi o caldi, la semplicità di esecuzione della lavorazione e l'ottimo rendimento offerto in rapporto ai consumi energetici. Molti produttori applicano alle proprie autoclavi sistemi a camicia semplice, la lavorazione è meno onerosa e la sua effettiva minor efficienza rispetto alla camicia bugnata è oggetto di discussione. L'intercapedine costituita da un corpo unico privo

d'interruzioni delle autoclavi costruite da Sirio Aliberti per Martini & Rossi garantisce una capienza di 30 litri di soluzione refrigerante per metro quadro di superficie. L'elevata quantità di liquido presente genera un effetto di "volano termico" che garantisce una riserva di freddo anche in caso di variazione della temperatura del glicole in mandata dovuta ad eventuali cali di corrente [17]. Per effetto "volano termico" si intende la capacità di un sistema di trattenere e di rilasciare gradualmente il calore "immagazzinato", è paragonabile all'effetto di mitigazione climatica svolto dalle masse d'acqua marine e continentali. L'effetto di volano termico dato dalla quantità di liquido permette allo stesso modo un'ottimale e veloce distribuzione del calore sprigionato dalla resistenza elettrica in fase di inoculo. L'utilizzo di tale sistema consente una riduzione dei consumi energetici necessari al mantenimento di una temperatura stabile, inoltre risulta più vasta la finestra temporale che consente eventuali interventi d'urgenza in caso di guasti della macchina refrigerante, grazie alla capacità coibentante assunta dallo stesso liquido refrigerante. L'applicazione di sistemi a canalino e semitubo appare sensata quando questi vengono eseguiti in circuiti che ricoprono la maggior parte della superficie disponibile su fasciame e fondi, al fine di massimizzare la superficie di scambio. Con tali sistemi è solito utilizzare vapore per il riscaldamento e liquido refrigerante per il riscaldamento, al fine di compensare la limitata superficie di scambio termico con temperature più estreme di quelle raggiungibili con acqua. L'elevata velocità con cui è possibile modificare la temperatura del fluido in entrata e di conseguenza agire sulla temperatura della massa rende questi sistemi ideali quando si intende utilizzarli sia per il riscaldamento prefermentativo che per la refrigerazione successiva, in quanto permettono un efficiente controllo sulla temperatura del vino. Il sistema a serpentino è il più efficiente in termini di superficie di scambio termico e rapidità di azione sulla temperatura, la sua applicazione è comunque poco diffusa, la motivazione principale è che questo sistema è applicato internamente al serbatoio a pressione sottraendo così volume utile all'elaborazione di prodotto. Nella maggior parte dei casi il riscaldamento è attuato mediante resistenze elettriche.

Capitolo 4

Accessori opzionali per autoclave

L'autoclave può essere attrezzata con diversi accessori aggiuntivi, si hanno ad oggi avanzati sistemi di autolavaggio dei serbatoi, di agitazione della massa e di monitoraggio del processo di spumantizzazione che permettono un'efficiente gestione degli impianti.

4.1 Accessori per il lavaggio automatico

Le autoclavi più moderne possono essere attrezzate con diversi sistemi di pulizia che solitamente appresentano una scelta opzionale in fase di acquisto quali divosfere fisse o rotanti o testine di lavaggio fisse o snodate collegate a tubi di lavaggio. Questi sistemi offrono la possibilità di igienizzare l'interno dell'autoclave tramite getti di acqua calda o fredda, acqua e idrossido di sodio o acqua e detergente specifico per acciaio senza la necessità che l'operazione sia svolta manualmente da un operatore di cantina.



FIGURA 4.1

Divosfera in funzione, immagine da sito dell'azienda GEA produttrice di apparecchiature per la pulizia di serbatoi 4.1.

VENETA ACCIAI

Sfera di pulizia rotante
S.S. rotating cleaning ball
Rotierender Sprühkopf
Boule de lavage tournante
Bola de limpeza rotativa

DN	A	B	bar	Cleaning radius	m ³ /h
1"	140	53	2	1.25 m	12
1½"	160	63	2	1.25 m	12
2"	170	63	2	1.25 m	12
2½"	192	76	2	1.5 m	38
3"	220	91	2	2 m	38

TECHNICAL DATA
Working pressure 1-3 bar
Wash cap 360°
Body AISI316L
Max operating temp. 95°C
Wettability surface max 3 mt
Cleaning radius max 2 mt

Fil. Gas

Ø8

AISI 316
Ver. 04.18
art. 452

Solo verticale
Vertical only

SISTEMA DI SPRUZZATURA
SPRAY SYSTEM

Ver. 04.18

Testina di lavaggio
Rotary cleaning head
Zielstrahlreiniger
Tête pivotante de lavage
Cabezal de limpieza rotativa

DN	A	B	bar	Cleaning radius	m ³ /h
1"	118	165	1.5÷2	2÷3 m	23

TECHNICAL DATA
Working pressure 1-3 bar
Wash cap 360°
Body AISI316L
Max operating temp. 95°C
Wettability surface max 3 mt
Cleaning radius max 3 mt

1" Gas

art. 453

Solo verticale
Vertical only

SISTEMA DI SPRUZZATURA
SPRAY SYSTEM

Ver. 04.18

FIGURA 4.2: Immagini da catalogo Venetacciai.

4.2 Candela porosa

L'utilizzo di candele porosa per la carbonicazione della massa tramite insufflaggio di bollicine di CO₂ è limitato alla produzione di vini frizzanti e spumanti "gassificati". Sono utilizzate candele in acciaio o ceramica sinterizzati, ovvero sottoposti ad una lavorazione ad elevata temperatura che consente la realizzazione di un oggetto con polvere di materiale in uno stampo appropriato e senza raggiungere la temperatura di fusione.

La sinterizzazione permette di ottenere un materiale con una porosità che permette la micronizzazione delle bollicine di gas che lo attraversano. L'autoclave deve essere predisposta per l'installazione di candele porose con un attacco solitamente filettato sul fondo inferiore ed una tubazione che consenta il collegamento della candela ad una bombola di anidride carbonica.



FIGURA 4.3: Candela in acciaio inox sinterizzato (Emporio en. albese) a sx. Da catalogo Albrigi SRL.

4.3 Agitatore

L'agitatore meccanico per autoclave è un accessorio generalmente impiegato per il rimescolamento della massa a seguito di inoculo del piede e durante la presa di spuma per omogeneizzare nel vino la CO₂ prodotta dal metabolismo dei lieviti. L'agitatore può essere anche utilizzato per rimettere in sospensione le fecce di lievito (èlevage sur lies) al fine di simulare l'operazione di bâtonnage eseguita durante l'affinamento dei vini bianchi sui lieviti. Questo rimescolamento si attua al fine di massimizzare l'estrazione delle componenti di parete e delle molecole aromatiche dalle cellule di lievito. Recenti studi hanno dimostrato come la vitalità delle popolazioni di *Saccharomyces* decresca in circa 4 settimane del 95% a seguito di rifermentazione in autoclave con omogenizzazione costante, molto più rapidamente di quanto non avvenga a seguito di una rifermentazione in bottiglia, in cui si riscontra un 20% di cellule vitali fino a 20 settimane dall'inizio della presa di spuma [18]. La prematura morte delle cellule di lievito permette un'anticipazione dei fenomeni autolitici con relativa liberazione delle componenti di parete e intracellulari, in tale situazione appare ovvio come la quantità di estrazione sarà tanto maggiore quanto più sarà grande la superficie di scambio tra pareti cellulari e liquido. La soluzione ideale può sembrare quella di attuare rimescolamenti frequenti ed intensi per massimizzare l'estrazione, anche se tale opzione non prende in considerazione alcune nozioni di carattere tecnico ed enologico. Esperimenti eseguiti su diversi ceppi di lievito *Saccharomyces* hanno dimostrato che l'attività enzimatica riguarda pressoché esclusivamente le cellule intere in fase di autolisi, mentre risulta praticamente assente nel surnatante e nell'estratto [19]. Appare quindi inutile, se non addirittura controproducente, l'impiego di agitatori ad elevata velocità per eseguire rimescolamenti violenti in fase di affinamento sui lieviti, che frantumerebbero velocemente ed eccessivamente le cellule senza apportare i benefici desiderati. Inoltre, il rimescolamento tramite agitatore comporta un grande consumo energetico, con relativi costi. La scelta più diffusa per l'elaborazione di quei

vini spumanti Metodo Charmat che vogliono il più possibile avvicinarsi alla complessità di uno spumante Metodo Classico è quella di optare per agitatori lenti e dotati di grandi pale con cui attuare lenti e frequenti rimescolamenti. In linea teorica, maggiore sarà la frequenza di questi rimescolamenti e la durata dell'affinamento e maggiore sarà l'estrazione di componenti cellulari dai lieviti. In pratica, l'incidenza del rimescolamento non è sicuramente da sottovalutare ma risulta decisamente secondaria rispetto all'impatto sul risultato finale dato dalla scelta del ceppo di lievito (capacità autolitica e metabolismo in generale) e dalla qualità del mosto o vino base di partenza. Pertanto, nonostante le opinioni discordanti, la scelta più diffusa è quella di optare per un rimescolamento a cadenza settimanale o bisettimanale per rimettere in sospensione le fecce di lievito semplicemente prima che esse possano depositarsi completamente sul fondo. Alcuni produttori optano per rimescolamenti più frequenti e integrati con qualche rimontaggio durante il periodo di affinamento. L'aggitatore è composto da un motore elettrico che trasmette il moto rotatorio direttamente ad un'asta dotata di pale. Potenza del motore, lunghezza dell'asta, dimensione e forma delle pale variano a seconda della capacità del serbatoio che ne richiede l'installazione e del tipo di rimescolamento che si intende effettuare. Altra variabile in fase di elaborazione è la velocità di rimescolamento, è essenziale quindi disporre di un agitatore lento, veloce o regolabile a seconda dell'obiettivo enologico che si intende raggiungere. In generale le autoclavi non dotate di agitatore presentano una valvola a sfera predisposta all'inserimento di un eventuale agitatore compatibile. In commercio esistono diversi modelli di agitatore di tipo fisso o estraibile, lenti, veloci o a velocità regolabile, molti dei quali dotati di timer per la regolazione di frequenza e durata dei rimescolamenti ed equipaggiabili con eliche di diverse forme e dimensioni. Negli ultimi anni si è largamente diffuso l'impiego di agitatori differenti rispetto alle varianti tradizionali, in tali strumenti il motore non è posto in posizione coassiale rispetto all'asta ma in posizione laterale e collegato direttamente al motoriduttore. Dato il basso numero di giri con cui lavora tale sistema la potenza necessaria per la rotazione risulta ridotta e di conseguenza diminuisce il consumo energetico, inoltre si ha un rimescolamento lento e delicato che risulta ideale per l'elaborazione di un vino complesso.

La seguente tabella riassume le basi teoriche di utilizzo dell'agitatore:

Tipologia di agitatore	Consumi energetici	Periodo di utilizzo	Azione sulle fecce di lievito	Consigliato per il metodo
Agitatole veloce	Elevati	Presca di spuma	Violenta	Charmat corto
Aggitatore lento	Contenuti	Affinamento	Delicata	Charmat lungo
Aggitatore a velocità regolabile	Variabili con l'impiego	Presca di spuma e affinamento	Variabile con la velocità	Charmat corto, Charmat lungo
Pale piccole	Contenuti	Presca di spuma	Violenta	Charmat corto
Pale grandi	Elevati	Affinamento	Delicata	Charmat lungo

In seguito, alcune aziende che propongono agitatori utilizzabili per il rimescolamento delle fecce in autoclave.

4.3.1 INOXPA

Questa azienda propone diversi modelli di agitatore laterale e laterale di fondo di produzione propria.

Gli agitatori hanno eliche pieghevoli e sono installabili su serbatoi pieni.

Specifiche tecniche:

- Attacco (standard) DIN 11851;
- Potenza massima del motore: 0.75 kW;
- Lunghezza dell'albero modificabile;
- Modello LM con motoriduttore o LR con motore coassiale a trasmissione diretta, modello CPG con carrello e motore coassiale.



FIGURA 4.4: Agitatore modello LM a sx.
Agitatore estraibile modello CPG a dx.

Optional:

- Elica di grande portata;
- Guarnizioni in FPM O EPDM;
- Carrello in acciaio per sostegno e trasporto;
- Rubinetto per iniezione di gas nella massa.

4.3.2 GREC srl

Gli agitatori di Grec srl sono dotati di flangia piana per una semplice e facile installazione.

Sono proposti tre modelli di agitatore lento a motore con motoriduttore ortogonale e un modello di agitatore veloce con motore a presa diretta.

Caratteristiche tecniche:

- Motore con motoriduttore ortogonale;
- Motori da 5.5 a 55 kW;
- Diametri della flangia da 150 mm a 400 mm.



FIGURA 4.5: Agitatore GREC con motoriduttore.

4.3.3 Tecnicapompe

Questa azienda propone una vasta gamma di agitatori fissi flangiati per il rimescolamento di fluidi alimentari e farmaceutici all'interno di serbatoi ed autoclavi sia in pressione che sottovuoto.

Caratteristiche tecniche:

- Motore coassiale;
- Motori da 0.36 a 5.5 kW;
- Diametro della flangia di 100 mm o 150 mm.



FIGURA 4.6: Agitatore laterale Tecnicapompe.

4.3.4 Enomeccanica Bosio

Questa azienda propone due modelli di agitatore, uno fisso ed uno estraibile, entrambi equipaggiabili all'autoclave ed interamente in acciaio inox. La lunghezza dell'asta è modificabile in base alle dimensioni del serbatoio su cui si intende installare l'agitatore.

Agitatore laterale estraibile con raccordo per valvola DIN, per il rimescolamento rapido dei fondi di lievito di diverse autoclavi 4.7 a dx.



FIGURA 4.7

Agitatore laterale fisso flangiato con possibilità di regolazione del numero di giri motore per la miglior elaborazione dello spumante in autoclave 4.7 a sx.

4.4 Computerizzazione del processo

Negli ultimi anni diverse realtà imprenditoriali dell'industria elettronica, in collaborazione con cantine ed enologi, hanno lanciato sul mercato sistemi di controllo automatico del processo di spumantizzazione a computerizzazione centralizzata, spesso gestibile da remoto tramite sofisticati software che permettono un monitoraggio costante della cinetica fermentativa e dell'evoluzione del vino spumante all'interno dell'autoclave, limitando al minimo l'intervento manuale di operatori e consentendo anche ad un solo addetto ai lavori di cantina di poter gestire un elevato numero di autoclavi contemporaneamente, non essendo necessari campionamenti e monitoraggi manuali. I sistemi computerizzati più evoluti funzionano tramite campionamenti della massa e applicazione di algoritmi matematici che rendono tali strumenti capaci di gestire in automatico tutte le fasi del processo, compresa la durata della presa di spuma tramite autoregolazione della temperatura in base al tenore in zuccheri residui.

In seguito le principali aziende e relativi sistemi computerizzati proposti:

4.4.1 WINEGRID - Apparecchio E-Charmat

Indirizzo: Via do Conhecimento PCI - Creative Science Park - Edif. 2, 3830-352 Ílhavo, Portogallo.

L'apparecchio E-CHARMAT, collegato al cloud WINEGRID installabile in cantina (computer centralina) consente un monitoraggio costante che permette al cantiniere di mantenere una pressione costante durante tutto il processo rifermentativo ottenendo un perlage omogeneo nel vino prodotto. Vengono completamente eliminati il monitoraggio manuale ed il campionamento, con grande risparmio di tempo e zero rischi di errori di processo.

It's a key solution for sparkling wine producers, who will now be able to monitor the evolution of pressure in tanks anytime and anywhere. The ability to set customizable alarms for pressure limits on WINEGRID Dashboard allows the winemaker to follow the process with greater safety and helps him to act proactively, in order to reach a consistent perlage and to preserve wine quality.



FIGURA 4.8

4.4.2 DAINESE TECHNOLOGY - Apparecchio Mousse-maker

Indirizzo: Piazza Giorgio la Pira, 53016 Buonconvento (SI).

L'apparecchio controlla tutta la fase fermentativa fin dal primo inoculo dei lieviti sul mosto, monitorando automaticamente pressione e livello di zuccheri residui e realizzando dei cicli di avvio e arresto della fermentazione stessa. Il monitoraggio è gestibile da remoto tramite sistema NetWinery, l'installazione sul serbatoio è semplice. Il computer gestisce la massa in modo completamente automatico dalla fase fermentativa fino a completamento della presa di spuma, con la possibilità di storicizzare il processo e ripetere le ricette di lavoro memorizzate.

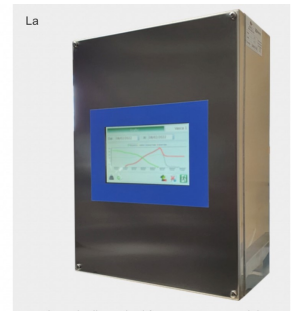


FIGURA 4.9

4.4.3 PARSEC - Apparecchio Aphromate

Indirizzo: Via Tevere 54, 50019 loc. Osmannoro Sesto F.no (FI).

Tramite un sistema di monitoraggio su base algoritmica (sistema integrato multiprocessore SAEN5000), Aphromate rivendica le capacità di gestire in autonomia:

- la velocità di fermentazione e quindi la durata della presa di spuma;
- la corretta quantità di zuccheri residui e di CO₂ disciolta all'interno del vino;
- le informazioni necessarie per monitorare lo stato di "salute" della rifermentazione;
- l'avvio della fermentazione prima della chiusura dell'autoclave;
- la macro-ossigenazione in funzione dell'andamento fermentativo in modo da controllare il processo ossido-riduttivo e quindi evitare l'uso del rame.

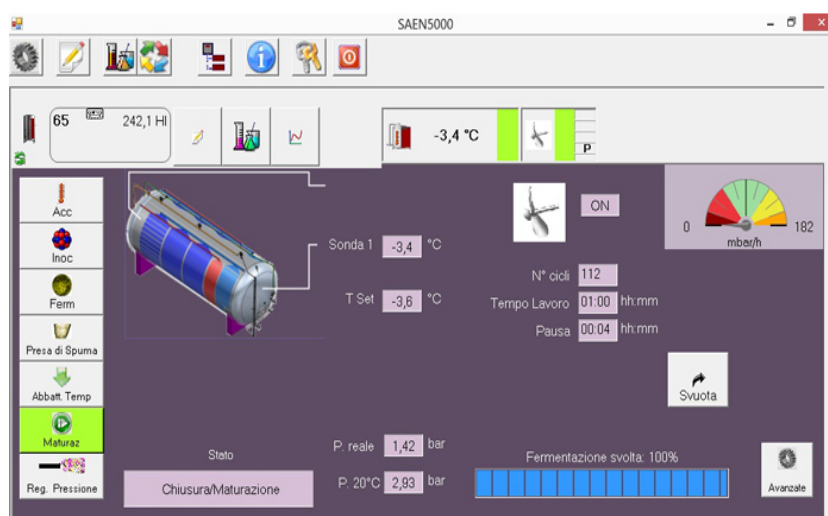


FIGURA 4.10

Capitolo 5

Le aziende italiane che producono e commercializzano autoclavi

5.1 SIRIO ALIBERTI

Indirizzo: Calamandrana (AT), Piemonte

La storica azienda produce e commercializza autoclavi sia verticali che orizzontali di diverse capacità.

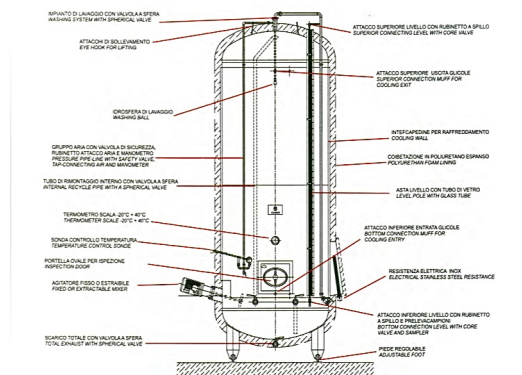


FIGURA 5.1: Prototipo di autoclave verticale con relativa componentistica. (Catalogo ufficiale Sirio Aliberti Pressure Tanks).

Principali caratteristiche tecniche:

- Fondi bombati pseudoellittici;
- Pressione di esercizio fino a 9 Bar;
- Camicia per la circolazione dell'acqua glicolata;
- Coibentazione con poliuretano, rivettata o saldata;
- Rifinitura esterna satinata o fiorettata;
- Termometro inox a gas inerte;
- Indicatore di livello con tubo in vetro certificato e rubinetto a spillo;
- Gruppo di sicurezza con manometro ad elevata precisione e valvola di sicurezza;
- Idrosfera rotante in acciaio inox per il lavaggio.

5.2 INDUSTRIE FRACCHINOLLA SRL

Indirizzo: Adelfia (BA), Puglia.



FIGURA 5.2: AUTOCLAVE CILINDRICA VERTICALE. Foto da www.fracchinolla.it.

Principali caratteristiche tecniche:

- Fondi bombati pseudoellittici;
- Gambe di sostegno AISI 304 con piedi regolabili;
- Indicatore di livello;
- Valvola a sfera DIN 50 per scarico parziale;
- Valvola a sfera DIN 50 per agitatore;
- Valvola a sfera DIN 50 per scarico totale;
- Golfari di sollevamento;
- Aggancio scala;
- Targa identificativa;
- Portella ellittica 504x480mm ad apertura interna;
- Gruppo preleva campioni;
- Termometro digitale;
- Copri portella rettangolare termicamente isolato;
- Superficie di scambio termico a canalina;
- Coibentazione in poliuretano espanso $s=100$ mm;
- Pozzetto porta sonda;
- Attacco filettato per bombole di CO₂;
- Gruppo di sicurezza (valvola di sicurezza, manometro e rubinetto di scarico);
- Tubo di lavaggio completo di sfera.

- Superficie di raffreddamento a camicia;
- Asta di livello;
- Rubinetto preleva campioni;
- Termometro analogico;
- Pozzetto porta sonda;
- Candela porosa fissa per CO₂;
- Valvola a spillo porta manometro;
- Sistema di lavaggio a sfera.

L'autoclave è equipaggiata con un agitatore laterale lento fisso.

5.4 OFFICINE MAROTTA SRL

Indirizzo: Maglie (LE), Puglia.

Questa azienda produce autoclavi con capacità da 20 hl a 100 hl, sia in formato verticale che in formato orizzontale.



FIGURA 5.4: Foto da www.inoxsa.it.

Principali caratteristiche tecniche:

- Portella frontale ellittica AISI304 diam440x340 con controportella termica coibentata ti protezione;
- Valvole a sfera AISI 304 per scarico parziale/totale e per attacco agitatore (numero 3);
- Asta di livello inox con cannuccia trasparente;
- Rubinetto preleva campioni DIN aisi 304 diam 1/2" (12.7mm);
- Termometro analogico;
- Pozzetto porta soda;
- Gruppo di sicurezza composto da raccordo, valvola di sfiato, manometro;
- Tasche di termoregolazione a nido d'ape (tipo camicia bugnata);
- Coibentazione totale in poliuretano iniettato spessore 100mm rivestita in lamiera inox spessore 1.5mm;

- Piedi regolabili con piattello inox.

Accessori opzionali:

- Valvola a sfera per scarico parziale con tubo di rimontaggio interno;
- Dispositivo di lavaggio con idrosfera;
- Resistenza elettrica collegata alla tasca inferiore di termoregolazione;
- Gruppo decantatore.

5.5 INOXSA SRL

Indirizzo: San Pancrazio Salentino (BR), Puglia.

L'azienda produce e commercializza autoclavi di dimensioni da concordare con il cliente.



FIGURA 5.5: Foto da www.inoxsa.it.

Principali caratteristiche tecniche:

- Fondo superiore e inferiore bombati pseudoellittici;
- Pressione di esercizio: 6-9 bar;
- Saldature realizzate tramite macchine T.I.G. da saldatori certificati;
- Collaudo tramite radiografie delle giunzioni saldate e utilizzo dei liquidi penetranti;
- Isolamento totale tramite insufflaggio di poliuretano espanso e rivestimento con lamiera inox;
- Finiture e dimensioni personalizzabili su richiesta;
- Possibilità di eseguire l'isolamento (se non presente), il rivestimento e il montaggio di ulteriori accessori su autoclavi già esistenti (pronta consegna).

5.6 F2 FAVOTTO

Indirizzo: Musano (TV), Veneto.

L'azienda dispone di oltre 60 modelli con capacità da 10 HL a 1000 HL. Le autoclavi sono corredate da una gamma di accessori certificati e di elevato livello qualitativo.

Principali caratteristiche tecniche:

- Fondi bombati pseudoellittici;
- Gambe regolabili per l'appoggio a terra;
- Intercapedine di isolamento termico che avvolge la parte interna realizzato in poliuretano espanso ad elevata densità a garanzia di minima dissipazione termica e notevole risparmio energetico, spessore 100mm;
- Rivestimento esterno in acciaio inox interamente saldato T.I.G. per garantire tenuta stagna verso l'interno;
- Interno, fondi e saldature sono lucidati a specchio così da favorire la pulizia;
- Intorno al fasciame interno e prima della coibentazione è posta una camicia saldata che raffredda quasi il 100% della superficie, si tratta di un circuito idraulico di termo condizionamento con sezioni a canale di grande capacità;
- Sulla parte inferiore dell'autoclave sono poste delle resistenze elettriche per il riscaldamento.

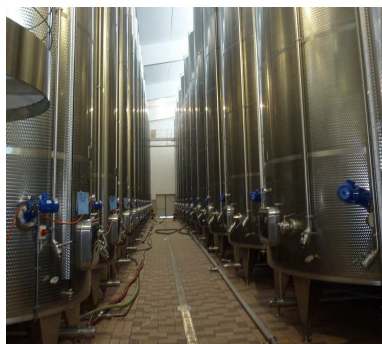


FIGURA 5.6: AUTOCLAVE CILINDRICA VERTICALE. Immagine da www.oenochemical.it (rivenditore).

Secondo la ditta tale soluzione, unita ad un adeguato impianto, permette di ottenere la massima velocità ed efficienza sia nella fase di riscaldamento che di refrigerazione.

5.7 CADALPE SRL

Indirizzo: Vazzola (TV), Veneto.

Modello C2 con capacità da 20 hl a 240 hl, diametri da 1250 mm a 2330 mm ed altezza da 2920 mm a 7530 mm. Le autoclavi possono essere collaudate per pressione di esercizio di 6 bar o di 9 bar.

Principali caratteristiche tecniche:

- Fondi bombati pseudoellittici;
- Intercapedine per la circolazione forzata della soluzione glicolata;
- Superficie interna rivestita con resine epossidiche senza solventi, perfettamente idonee al contatto con alimenti;
- Valvole e accessori di base in acciaio inox AISI 304;

- Coibentazione su richiesta in poliuretano espanso;
- Predisposizione per l'applicazione di accessori opzionali quali agitatore elettronico, resistenza elettrica, divosfera, copri portella.



FIGURA 5.7: AUTOCLAVE CILINDRICA VERTICALE. Immagine da www.cadalpe.com.

5.8 ALBRIGI SRL

Indirizzo: Stallavena-lugo (VR), Veneto.

Capacità da 10 hl a 600 hl.



FIGURA 5.8: AUTOCLAVE CILINDRICA VERTICALI. Immagini da catalogo ufficiale Albrigi Tecnologie.

Principali caratteristiche tecniche:

- Fondi bombati pseudoellittici;
- Pressione di esercizio: autoclavi collaudate a 3 bar, 6 bar o 9 bar;
- Intercapedini bugnate Termotig con garanzia 10 anni;
- Isolamento in poliuretano con rivestimento saldato Isotank a tenuta stagna con garanzia 10 anni;
- Agitatore fisso o estraibile in dotazione;
- Candela porosa e sistema di iniezione gas;
- Sfera di lavaggio spryball n. 2, una per lavaggio totale e una per lavaggio localizzato dell'agitatore;
- Quadro elettrico gestionale.

5.9 COSMEC SERVICE SRL

Indirizzo: Molfetta (BA), Puglia.



FIGURA 5.9: AUTOCLAVE CILINDRICA VERTICALE. Foto da www.cosmecservice.it.

Principali caratteristiche tecniche:

- Fondi bombati pseudoellittici;
- Portella ovale di ispezione ad apertura interna;
- Contro-portella con telaio coibentata a chiusura magnetica a scatto;
- Scarico totale, parziale, e rimontaggio con curva, tubo e valvola a sfera inox;
- Attacco per agitatore con valvola a sfera inox;
- Asta di livello;
- Gruppo di sicurezza con raccordi DIN inox costituito da valvola di sicurezza, manometro, rubinetto di esclusione a valvola a sfera inox;
- Gruppo di lavaggio con raccordi DIN inox, divosfera, e valvola a sfera inox;
- Attacco inox per gruppo iniezione CO₂;
- Golfari di sollevamento;
- Gambe di sostegno;
- Rubinetto preleva campioni inox;
- Termometro digitale con pozzetto inox;
- Pozzetto porta sonda inox;
- Sistema di raffreddamento / riscaldamento costituito da tasche a canaline inox;
- Coibentazione totale con poliuretano espanso e rivestimento esterno con lamiera inox;
- Predisposizione per attacco barilotto di riscaldamento.

Accessori opzionali:

- Agitatore fisso o estraibile;
- Barilotto di riscaldamento;
- Candela porosa.

5.10 ITALIMPIANTI società cooperativa

Indirizzo: Bari (BA), Puglia.



FIGURA 5.10: Foto da italimpiantinox.com.

La cooperativa offre diverse soluzioni impiantistiche per i settori enologico ed oleario.

Questa azienda produce vari modelli di autoclavi di capacità piccole e medie equipaggiati con agitatore interno e sistemi elettronici di controllo dei parametri interni al serbatoio come temperatura e pressione.

5.11 FARCK SRL

Indirizzo: Pianengo (CR), Lombardia.

L'azienda produce ed installa vari impianti di trasformazione industriali e serbatoi di stoccaggio e trasporto per il settore alimentare in generale e particolarmente per bevande e settore enologico.

La società propone impianti di spumantizzazione ad uso enologico di capacità variabile dai 2.500 litri fino ai 200.000 litri. Questa realtà imprenditoriale differenzia i propri serbatoi proponendo sistemi di isolamento in Armacell, un materiale sintetico coibentante largamente utilizzato nel settore idraulico per il rivestimento di tubazioni.

5.12 SO.L.ME. SRL

Indirizzo: S. Biagio di Callalta (TV), Veneto.

L'azienda ha gentilmente fornito su richiesta una scheda tecnica relativa alla progettazione di un'autoclave (cilindrica e verticale) di grandi dimensioni per lo stoccaggio di vino effervescente completa di tutti i parametri tecnici relativi al serbatoio, al sistema di scambio termico ed al sistema di isolamento.

Dati tecnici:

- Capacità nominale 2000 hl;
- Pressione massima di esercizio 6 Bar;
- Temperatura di esercizio C° -10/+50;

Dimensioni:

- Diametro interno 2050 mm;
- Diametro esterno 2250 mm;
- Altezza fasciame 5500 mm;
- Altezza totale 6800 mm max;
- Mantello e fondi in acciaio inox EN 1.4162 certificato alimentare prima scelta (duplex);
- Spessori secondo le vigenti normative di calcolo PED (EN 13445 / VSR).

Principali caratteristiche tecniche:

- Fondi bombati ellittici;
- Corpo cilindrico, costituito da virole saldate lungo il piano orizzontale;
- N°04 gambe di supporto inox tronco-coniche, registrabili in altezza, con piattello inox d'appoggio;
- Valvole a sfera per scarico parziale e totale;
- N°02 circuito altezza mm. 920, tipo a canalina con circolazione forzata del liquido refrigerante (acqua gelida o soluzione glicolata), in lamiera sagomata in AISI 304;
- N°01 circuito altezza mm. 920, tipo a canalina applicato sulla parte inferiore della autoclave, su una porzione disponibile di 180°, per raffreddamento/riscaldamento, con circolazione forzata del liquido refrigerante/riscaldante (acqua gelida o soluzione glicolata), in lamiera sagomata in AISI 304, completa di barilotto circolatore e resistenza 6 kW.

Caratteristiche tecniche del sistema di scambio termico:

- Pressione max d'esercizio con liquido: 1.5 Bar;
- Pressione massima alla pompa: 1.8 Bar;
- Collaudo: idraulico a 3 Bar per 24 h;
- Temperatura d'esercizio: C° -10/+95;
- Attacchi DIN di entrata ed uscita da 3/4" (19 mm);
- Coibentazione termica con rivestimento rivettato o saldato (optional).

Documentazione allegata in italiano:

- Dichiarazione conformità CE PED 97/23;
- Libretto di uso e manutenzione;
- Documentazione prevista secondo normativa vigente;
- Tabella standard di taratura autoclave.

DETTAGLI DEL SISTEMA DI COIBENTAZIONE:

E' a discrezione del cliente la scelta del sistema a rivestimento rivettato o del sistema a rivestimento saldato.

Coibentazione termica con rivestimento rivettato:

- Isolamento termico del fasciame cilindrico con poliuretano espanso rigido, applicato in lastre a doppio strato, con giunzioni sfalsate, con spessore complessivo di mm 100 circa e con densità della schiuma di 35 Kg/mc, protette su entrambi i lati da carton-feltro;
- Fissaggio delle lastre con regge in acciaio.
- Isolamento termico di tetto e fondo con poliuretano espanso rigido colato in intercapedine, sp mm 100/150, densità 40/50 Kg/mc;
- Isolamento termico delle gambe con poliuretano espanso c.s. colato all'interno delle stesse;
- Finitura in lamiera di acciaio inox AISI 304;
- Giunzioni a lembi sovrapposti con bordo maschio;
- Fissaggio con rivetti e punti di saldatura a TIG;
- Esecuzione bombata a spicchi per tetto e fondo;
- Flangiatura di attacchi e manicotti;
- Sigillatura con silicone adesivo grigio;
- Finitura esterna fiorettata.

Coibentazione termica con rivestimento saldato:

- Isolamento termico del fasciame cilindrico con poliuretano espanso rigido, applicato in lastre a doppio strato, con giunzioni sfalsate, oppure per iniezione diretta di poliuretano schiumato per uno spessore complessivo di mm 100 e con densità della schiuma di 35 Kg/mc;
- Isolamento termico di tetto e fondo con poliuretano espanso rigido colato in intercapedine, sp mm 100/150, densità 40/50 Kg/mc. Isolamento termico delle gambe con poliuretano espanso c.s. colato all'interno delle stesse;
- Involucro esterno di rivestimento in lamiera di acciaio inox AISI 304 con giunzioni saldate;
- Tetto e fondo conici raccordati al fasciame;
- Flangiatura di attacchi e manicotti;
- Sigillatura con silicone adesivo grigio;
- Finiture esterna del fasciame fiorettata.

5.13 ELETTRONICA VENETA SPA

L'azienda propone un sistema di capacità ridotta per micro-spumantizzazioni sperimentali.



FIGURA 5.11: IMPIANTO PILOTA DI SPUMANTIZZAZIONE.

Principali caratteristiche tecniche dell'autoclave base:

- Capacità 1000 litri;
- Realizzazione autoclave in AISI 304;
- Coibentazione in poliuretano espanso rivestita con lamiera inox;
- Sistema di scambio termico a camicia;
- Pressione massima di esercizio 6 Bar.

Componenti e accessori con cui l'autoclave è attrezzata:

- Motoriduttore per agitatore P=1 kW;
- Agitatore in acciaio inox AISI 304;
- Valvola di sicurezza in AISI 304;
- Resistenza elettrica, P = 4 kW;
- 2 Valvole di scarico DN 25 tot/parziale AISI 316;
- Manometro a molla Bourdon;
- Termometro a quadrante;
- Regolatore elettronico della temperatura;
- Linee di collegamento e valvole in AISI 304;
- Riduttore di pressione per N₂ (azoto);
- Quadro elettrico a norme CE, IP55;
- Pulsante di emergenza.

Capitolo 6

Alcune aziende estere che producono e commercializzano autoclavi

6.1 PIM LTD

Indirizzo: Haskovo, Bulgaria.

Capacità fino a 900 hl.



FIGURA 6.1: ACRATOPHORS - Autoclave per vino spumante.

Principali caratteristiche tecniche (tradotto):

- Isolamento in poliuretano espanso;
- Fascia di scambio termico superiore;
- Fascia di scambio termico inferiore;
- Termometro digitale;
- Valvole a sfera per scarico parziale e totale;
- Portella ellittica;
- Pannello di controllo elettronico;
- Indicatore di livello;
- Elettroagitatore;

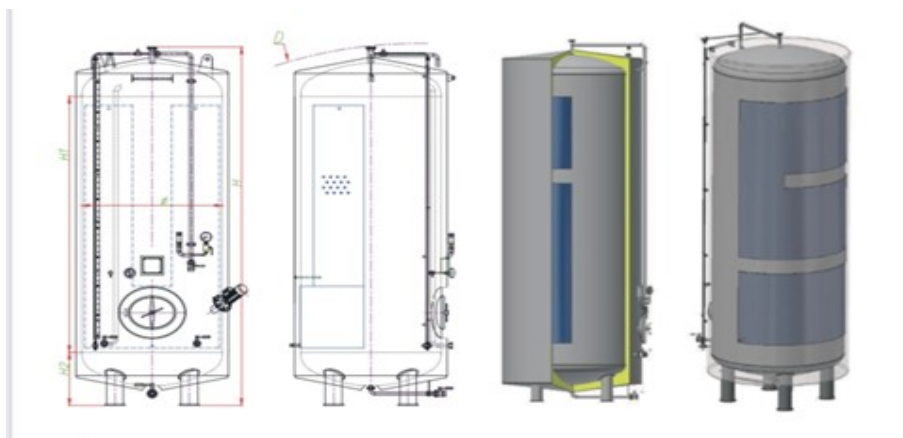
- Sfera per lavaggio tipo sphyball;
- Dispositivo di iniezione per CO2.

L'azienda fornisce un disegno tecnico che evidenzia le componenti principali ed in particolare il sistema di scambio termico a camicia. E' inoltre disponibile una tabella in cui sono elencati i vari modelli proposti con relative specifiche di dimensionamento.

6.2 LETINA INOX DOO

Indirizzo: Čakovec, Croazia.

L'azienda fornisce un disegno tecnico dettagliato delle autoclavi per spumantizzazione prodotte, evidenziando i sistemi di coibentazione e scambio termico e le componenti principali.



Type	Nominal volume	Total volume	Ø mm	H mm	H1 mm	H2 mm	D mm
T1180A11	1.180 lit	1.308 lit	958	2.388	1.500	450	2.427
T1500A11	1.500 lit	1.663 lit		2.888	2.000	450	2.923
T1800A11	1.800 lit	2.018 lit		3.388	2.500	450	3.437
T2150A11	2.150 lit	2.373 lit		3.888	3.000	450	3.944
T1650A12	1.650 lit	1.834 lit	1.118	2.494	1.500	500	2.572
T2100A12	2.100 lit	2.318 lit		2.994	2.000	500	3.042
T2950A12	2.950 lit	3.286 lit		3.994	3.000	500	4.041
T2800A14	2.800 lit	3.086 lit	1.275	3.126	2.000	600	3.166
T3950A14	3.950 lit	4.347 lit		4.126	3.000	600	4.161
T5100A14	5.100 lit	5.607 lit		5.126	4.000	600	5.159
T3400A15	3.400 lit	3.788 lit	1.400	3.151	2.000	600	3.210
T4800A15	4.800 lit	5.310 lit		4.151	3.000	600	4.204
T6150A15	6.150 lit	6.831 lit		5.151	4.000	600	5.204
T4550A17	4.550 lit	5.078 lit		1.600	3.308	2.000	600
T6350A17	6.350 lit	7.069 lit	4.308		3.000	600	4.391
T8150A17	8.150 lit	9.059 lit	5.308		4.000	600	5.377
T9950A17	9.950 lit	11.050 lit	6.308		5.000	600	6.381

FIGURA 6.2

Questa realtà imprenditoriale produce autoclavi utilizzate anche negli USA per la produzione di sidro ed idromele frizzanti.

Viene riportato il link di un video presente sulla piattaforma YouTube pubblicato dall'azienda "Superstition madary" di Phoenix (Arizona), nella quale è evidente l'utilizzo di autoclavi Letina: <https://youtu.be/sTITjz0VIJs>.

6.3 GPI TANKS E PROCESS EQUIPMENT

Indirizzo: Lopik (Utrecht), Paesi Bassi.

Quest'azienda basca produce e commercializza serbatoi di stoccaggio e di processo per vari settori, anche di grandi dimensioni.

Viene fornito su richiesta dal sito ufficiale un software di calcolo e progettazione con cui può essere eseguito un progetto di costruzione di un'autoclave in base alle variabili disponibili che risponda alle esigenze specifiche del cliente che può richiedere all'azienda un preventivo di realizzazione per tale progetto.

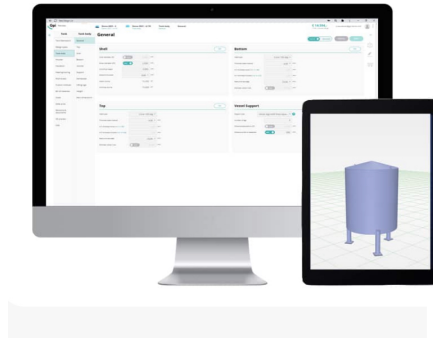


FIGURA 6.3: www.gpi-tanks.com

6.4 SPEIDEL

Indirizzo: Ofterdingen, Germania.

L'azienda produce serbatoi in acciaio inox per lo stoccaggio e l'elaborazione di bevande alimentari.

Sono prodotti e commercializzati serbatoi a pressione per la produzione di birra e vini effervescenti, le autoclavi di nostro interesse appartengono alla linea FS-MO lanciata da qualche anno dall'azienda.

I diversi modelli si prestano ai diversi processi di presa di spuma ed elaborazione in base all'obiettivo enologico, con pressioni di esercizio dai 3 bar agli 8 bar.

E' proposta una versione con fondo inferiore conico adatta alla prima fermentazione di varietà aromatiche, per una rapida sedimentazione dei lieviti.

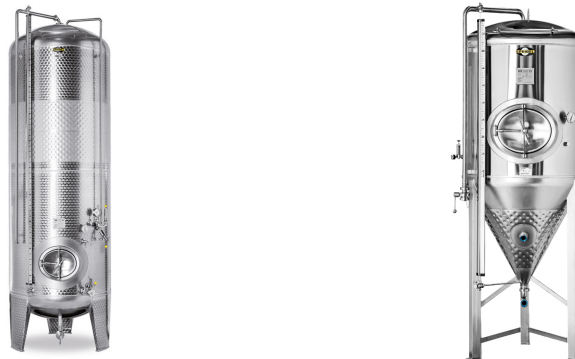


FIGURA 6.4: Immagini da catalogo ufficiale.

6.5 BIO INOX

Indirizzo: Lamonzie Saint Martin, Francia.

L'azienda produce impianti di stoccaggio e lavorazione per l'industria farmaceutica ed alimentare ed in particolare una vasta gamma di serbatoi per il settore enologico.



FIGURA 6.5: CUVE A PRESSION, CUVE CLOSE - Autoclave.
Immagini da <https://bio-inox.fr/>.

”Cette cuve thermorégulée, permet l’élaboration des vins effervescents suivant la méthode Charmat. La fermentation s’effectue à 8 bars environ dans une cuve en acier inoxydable résistante à la pression. Ce procédé permet la clarification finale du vin en vrac. Historiquement tourné vers le secteur exigeant viti-vinicole, BIO-INOX a su au fil des années être un acteur connu et reconnu sur l’ensemble des régions viticoles par le niveau élevé de la qualité de sa chaudronnerie”.

6.6 ACE MACHINERY CO

Indirizzo: Wenzhou, Cina.

Questa azienda produce impianti ed attrezzature su larga scala per il settore alimentare.



FIGURA 6.6: www.ace-chn.com.

Le autoclavi proposte hanno capacità fino a 300 hl e sono certificate secondo tutte le normative vigenti nella Comunità Europea, possono quindi essere commercializzate e utilizzate anche in Italia.

Principali caratteristiche tecniche:

- Interior shell: 304 stainless steel or 316L;
- Exterior shell: 304 stainless steel;
- 2" Polyurethane insulation if there is a need;
- Racking port;
- Side manway hole.

Accessori:

- Sample Valve x1;
- CIP nozzle/Spraying device: x1;
- Temp. sensor / thermometer x1;
- Racking arm with butterfly valve x1;
- Bottom outlet with butterfly valve x1;
- Stainless pipe legs with adjustable footpads x4.

Capitolo 7

Conclusioni

Nella scelta di un serbatoio a pressione da acquistare per la propria cantina è opportuno valutare con attenzione le scelte costruttive adottate per la sua realizzazione. Un'autoclave può a prima vista apparire identica ad un'altra, proposta da un'azienda concorrente, tuttavia vi sono spesso delle differenze non sempre evidenti che è fondamentale tenere in considerazione.

7.1 Principali criticità relative all'impiego di autoclavi

Progettazione, acquisto e lavorazione dei materiali, assemblaggio, test, certificazioni e trasporto rendono le autoclavi degli strumenti tutt'altro che economici.

L'utilizzo di agitatori e sistemi di scambio termico per la miglior gestione di presa di spuma, affinamento e stoccaggio comporta il consumo di una grande quantità di energia elettrica, con relativi costi.

Un'altra problematica su cui è fondamentale soffermarsi riguarda il dimensionamento dell'autoclave, come visto in precedenza, le norme di progettazione prevedono che all'aumentare del raggio del serbatoio a pressione corrisponda un relativo aumento degli spessori di costruzione. Per produrre autoclavi più voluminose è necessario utilizzare essenzialmente molto acciaio e attuare lavorazioni più onerose, con costi produttivi sempre più elevati ed ottenimento di impianti molto pesanti.

Inoltre, per utilizzare impianti a pressione quali le autoclavi è necessario disporre di manodopera specializzata per la gestione degli stessi durante tutte le fasi produttive.

Per tutti questi motivi è spesso più economicamente sensato per una cantina acquistare più serbatoi tecnologicamente sofisticati ma di medie-piccole dimensioni al fine di garantire un'ottimale gestione dell'elaborazione dei vini e la possibilità di differenziare le produzioni e attuare rifermentazioni rapide e consecutive.

Prima di acquistare un'autoclave risulta fondamentale quindi avere ben chiaro il proprio obiettivo enologico ed aver pianificato l'ammortizzamento dei costi di acquisto ed utilizzo.

7.2 La scelta dei materiali

Abbiamo anticipato come la quasi totalità dei serbatoi a pressione e relativi componenti proposti dal mercato sia ottenuta mediante utilizzo di acciai inossidabili austenitici. È fondamentale valutare attentamente il materiale di costruzione di ogni singola componente dell'autoclave che ci si accinge a progettare o ad acquistare, la scelta del tipo di acciaio con cui realizzare il fasciame ricade solitamente nel classico AISI 304 mentre per quanto riguarda le diverse componenti, ad esempio le valvole a sfera, è da sottolineare come l'impiego di acciai quali l'AISI 304L o l'AIS 316L a basso tenore in carbonio garantisca una miglior qualità delle saldature tra i vari elementi assemblati per realizzarli.

L'acciaio duplex rappresenta una scelta costruttiva che alcune aziende propongono quale optional in caso di progettazione di impianti personalizzati; tuttavia, alcune realtà imprenditoriali differenziano i propri serbatoi a pressione proprio realizzandone i mantelli in duplex, peculiari qualità di tale materiale sono state analizzate nella relativa sezione dedicata.

Le guarnizioni sono elementi che vengono sostituiti relativamente spesso, oltre alla scelta del materiale più idoneo per operare con un fluido alimentare acido come il vino è opportuno valutare il materiale che meglio preserva la propria elasticità nel range di temperature in cui si intende utilizzarlo.

La scelta del materiale coibentante per l'isolamento dei serbatoi a pressione ricade nella stragrande maggioranza dei casi sul poliuretano espanso. Il basso costo, l'efficienza e la semplicità di insufflaggio rendono le schiume poliuretatiche attraenti per chiunque in ogni settore. Un costruttore o un cliente più attenti alla salvaguardia ambientale o al tema sicurezza possono però scartare tale materiale in quanto altamente inquinante e infiammabile e decidere di voler optare per un tradizionale isolamento in lana di roccia (riciclabile, ignifuga ed egualmente efficiente in spessori adeguati). In caso di progettazione di impianti personalizzati sono proposti anche economici isolamenti in polistirolo o costosi isolamenti in altri materiali sintetici.

7.3 La scelta del sistema di scambio termico

Abbiamo visto in precedenza come esistano diverse varianti per quanto riguarda i sistemi di scambio termico, con relativi pregi e difetti. Obiettivamente le varianti da tenere realmente in considerazione sono la temperatura ambientale del luogo in cui si intende attuare presa di spuma e stoccaggio del prodotto e costo dell'energia necessaria a refrigerare o riscaldare la massa. La scelta ricade generalmente su camicie bugnate o sistemi a canale che permettono relativamente rapidi interventi sulla temperatura del fluido, tuttavia l'effetto "volano termico" ottenuto con camicie complete di grande capacità descritto in precedenza resta interessante, soprattutto in quanto adottato da realtà imprenditoriali storicamente all'avanguardia per quanto riguarda la realizzazione di autoclavi, che rivendicano la maggior sostenibilità ambientale ed economica di tale sistema. La vera differenza per quanto riguarda i consumi energetici è data però dall'efficienza del sistema di isolamento del serbatoio, più isolati risultano la massa ed il sistema di scambio termico e meno dispendio di energia è necessario per agire sulla temperatura o mantenerla stabile.

7.4 Osservazioni sulla componentistica di base

Per quanto riguarda le componenti di base dell'autoclave, vanno prese in considerazione tutte le osservazioni fatte sulla scelta dei materiali e la qualità delle saldature, inoltre ogni componente sostituibile di cui è possibile dotare il serbatoio deve rispondere a specifici criteri costruttivi relativi alla direttiva 2014/68. In caso sussista la necessità di sostituire un componente è il caso di rivolgersi a ditte specializzate nella fornitura (e saldatura se necessaria) di accessori enologici certificati, per rendere tale complicità meno gravosa è opportuno, se si sta acquistando un serbatoio a pressione nuovo o se ne sta progettando la realizzazione, optare per accessori dotati di raccordo DIN o flangia bullonata, facilmente sostituibili.

7.5 La qualità delle saldature

La tenuta delle saldature è propedeutica al conseguimento delle certificazioni obbligatorie per produrre e commercializzare impianti a pressione e relative componenti. Un altro aspetto da valutare relativo alla qualità delle saldature è la loro finitura: saldature non lucidate o mal realizzate, ruvide e porose, sono sito di accumulo di materiale e possono causare incrostazioni compromettendo l'efficienza dell'igienizzazione dell'impianto, per questo le saldature devono essere realizzate meticolosamente, spazzolate e lucidate alla perfezione.

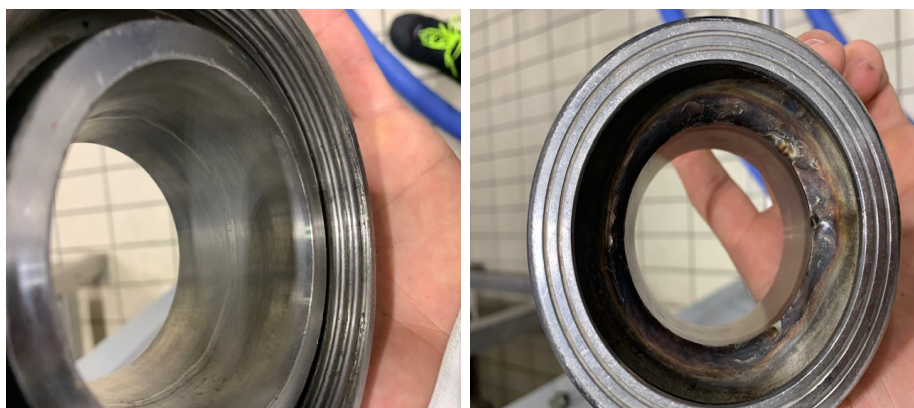


FIGURA 7.1

Immagini 7.1 relative alla qualità delle saldature, a sinistra una saldatura ideale, spazzolata e lucidata, su raccordo DIN e a destra una saldatura "home made" su raccordo Garolla.

7.6 Scelta del tipo di agitatore

Abbiamo visto come siano molteplici le realtà imprenditoriali che propongono sul mercato diversi modelli di agitatore per autoclave e come la scelta del tipo di agitatore sia sempre correlata alle dimensioni del serbatoio ed all'obiettivo enologico, tuttavia, intensità e durata dei rimescolamenti del fondo sono scelte enologiche di processo che derivano spesso da esperienza pregressa nell'elaborazione del proprio prodotto.

La scelta deve comunque ricadere quando possibile su modelli estraibili ed è preferibile optare per agitatori a velocità regolabile. Solitamente viene mantenuta una veloce e costante agitazione per tutto il periodo che va dall'inoculo del piede alla fine della presa di spuma, successivamente, nel caso di spumanti elaborati, si procede di solito con rimescolamenti lenti e cadenzati per favorire la liberazione nel mezzo da parte dei lieviti esausti di mannoproteine e altri polisaccaridi utili all'ottenimento di un perlage fine e persistente. Si ricorda che per quanto riguarda gli spumanti di qualità di tipo aromatico, per legge è previsto un periodo di elaborazione sui lieviti di minimo 30 giorni in caso di serbatoio dotato di sistema di agitazione (altrimenti il limite è di minimo 90 giorni), mentre per i vini spumanti di qualità non aromatici il limite minimo fissato per legge sale a 6 mesi di elaborazione in autoclave, questo incentiva la preferenza ad impiegare agitatori lenti dotati di motoriduttore al fine di attuare rimescolamenti delicati e con basso consumo energetico.

Rimescolamenti più intensi o ravvicinati sono eseguiti generalmente per accelerare la lisi delle pareti e la liberazione di polisaccaridi e precursori aromatici che conferiscono al prodotto un profilo organolettico più correlato alla permanenza dei lieviti in sospensione che al vitigno d'origine.

7.7 Importanza dell'automazione del processo

Un'autoclave moderna dovrebbe sempre e comunque essere dotata di ogni sistema di automazione, compreso il sistema di lavaggio automatico del serbatoio, al fine di ridurre al minimo ogni rischio per il prodotto e per gli operatori che spesso si trovano a lavare manualmente i serbatoi a pressione meno attrezzati e ad intervenire sulle masse senza una visione trasversale in tempo reale di tutti parametri analitici (Temperatura, Pressione, Residuo zuccherino) del prodotto con cui stanno operando, con elevato margine d'errore nello svolgimento delle operazioni. L'installazione di un software di cantina come quelli descritti in precedenza è propedeutica all'ottenimento di un modello gestionale di cantina in cui si rispecchia una realtà che sia al passo con i tempi. L'efficienza e la semplicità d'impiego dei sistemi di controllo computerizzato delle masse sono inconfutabili, i ritardi di intervento e la possibilità di commettere errori di gestione (che causano spesso interruzioni della presa di spuma e/o deviazioni indesiderate) sono praticamente azzerate, risulta comunque essenziale disporre di personale competente che sia in grado di utilizzare al meglio tali sistemi di controllo per la migliore gestione dei processi di spumantizzazione, di eseguire la corretta manutenzione dell'impianto e di intervenire prontamente in caso di allarmi.

Bibliografia

- [1] C. Fournairon, C. Camarasa, M. Moutounet, and J. Salmon, “New trends on yeast autolysis and wine ageing on lees,” *Journal International de la Vigne et du Vin*, vol. 36, pp. 49–69, 2002.
- [2] G. Pisciotta, “Vini spumanti - seconda parte.” <https://www.rivistadiagricola.org/articoli/anno-2021/vini-spumanti-parte-2/>, 2021.
- [3] V. Moreno-Arribas, E. Pueyo, F. Nieto, P. Martín-Álvarez, and M. C. Polo, “Influence of the polysaccharides and the nitrogen compounds on foaming properties of sparkling wines,” *Food Chemistry*, vol. 70, no. 3, pp. 309–317, 2000.
- [4] C. Cilindre, C. Henrion, L. Coquard, B. Poty, J.-E. Barbier, B. Robillard, and G. Liger-Belair, “Does the temperature of the prise de mousse affect the effervescence and the foam of sparkling wines?,” *Molecules*, vol. 26, no. 15, p. 4434, 2021.
- [5] G. Nicolini, S. Moser, T. Román, E. Mazzi, M. Malacarne, and R. Larcher, “Torbidity dei mosti e aromaticità dei vini bianchi.” <https://www.infowine.com/intranet/libretti/libretto8939-01-1.pdf>, 2011.
- [6] P. Di Gianvito, G. Arfelli, G. Suzzi, and R. Tofalo, “New trends in sparkling wine production: Yeast rational selection,” in *Alcoholic beverages*, pp. 347–386, Elsevier, 2019.
- [7] A. Caridi, “Enological functions of parietal yeast mannoproteins,” *Antonie Van Leeuwenhoek*, vol. 89, pp. 417–422, 2006.
- [8] J. Ribéreau-Gayon and E. Peynaud, *Trattato di enologia*. Edagricole Bologna, Italy:, 1957.
- [9] L. Hernández, J. Espinosa, M. Fernández-González, and A. Briones, “ β -glucosidase activity in a *Saccharomyces cerevisiae* wine strain,” *International journal of food microbiology*, vol. 80, no. 2, pp. 171–176, 2003.
- [10] V. Moine Ledoux, *Recherches sur le rôle des mannoprotéines de levure vis-à-vis de la stabilisation protéique et tartrique des vins*. PhD thesis, Bordeaux 2, 1996.
- [11] H. Alexandre and M. GUILLOUX-BENATIER, “Yeast autolysis in sparkling wine—a review,” *Australian journal of grape and wine research*, vol. 12, no. 2, pp. 119–127, 2006.
- [12] F. Menino, “Parte III di IV – da E]dme Jules Maumené e Federico Martinotti all’Asti spumante docg.” <https://www.destinazionemonferrato.it/il-monferrato-nellepoepa-dello-spumante-italiano-parte-iii-di-iv/>, 2021.
- [13] G. Tablino, “Bollicine in autoclave, due secoli di storia,” 2012.
- [14] “Materiali a contatto con alimenti.” https://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?area=sicurezzaAlimentare&id=1173&menu=chim.
- [15] “Saldatura ISO 3834.” <https://www.dnv.it/services/saldatura-iso-3834-48832>.

-
- [16] “Direttiva PED 2014/68/UE: Normativa e certificazione.” <https://www.tuvsud.com/it-it/settori/manifatturiero-e-macchinari-industriali/direttiva-ped-2014-68-eu>.
- [17] Z.L., “Con gli spumanti non si scherza e (anche) l’autoclave fa la differenza.” https://www.dellatoffola.com/documents/Case-History-Martini-e-Rossi_ITA_ENG.pdf.
- [18] B. Cisilotto, F. J. Scariot, L. V. Schwarz, R. K. M. Rocha, A. P. L. Delamare, and S. Echeverrigaray, “Differences in yeast behaviour during ageing of sparkling wines made with charmat and traditional methods,” *Food Microbiology*, vol. 110, p. 104171, 2023.
- [19] E. GIANNUZZI, “Screening fenotipico e molecolare dell’attività beta-glucosidasica in ceppi *saccharomyces.*,” 2016.
- [20] V. Boneschi and M. Boniardi, “Gli acciai inox e la resistenza alla corrosione,” *Lamiera*, vol. 45, no. 4, p. 124, 2008.