



LPM AG  
Labor für Prüfung und  
Materialtechnologie  
Tannenweg 10  
5712 Beinwil am See  
Telefon 062 771 55 55  
Telefax 062 771 55 64

## PERIZIA SU CALCOLO E COLLAUDO SERBATOI Tipo C V C DITTA ASTRO S.r.l. - ITALIA

### 1. OGGETTO E SCOPO

La ditta **ASTRO S.r.l. –Mornico al Serio 24050- Italia** ci ha incaricato di eseguire le prove statiche sui contenitori della serie “**C V C**” di sua produzione.

Si tratta di serbatoi **monoblocco**, cilindrici verticali senza saldature, prodotti in polietilene lineare rigido con il sistema dello stampaggio **rotazionale**, le cui caratteristiche chimiche / fisiche sono descritte in altri documenti.

Le caratteristiche del materiale utilizzato e la struttura dei contenitori sono particolarmente adatte allo **stoccaggio di liquidi aggressivi e pericolosi**.

In Svizzera la Ditta **HEEBAG di Lienz-Rüthi 9464 Svizzera** ha svolto, come rappresentante della **ASTRO**, il procedimento per l’approvazione presso il competente **Ufficio Federale BUWAL / UFAFP di Berna** ed ha ottenuto, dopo la verifica delle qui descritte indagini e prove, il primo dei tre certificati richiesti con il N° **EAGS 03.02.98**.- La concessione degli altri due certificati è imminente.

Questi certificati si basano su leggi e ordinamenti Svizzeri, come pure su normative Tedesche e Internazionali.- L’Ufficio **BUWAL** ha tra l’altro richiesto le seguenti prove :

- Verifica e conferma dei parametri chimico / fisici dei materiali.
- Conferma delle caratteristiche dei contenitori sotto sollecitazione nell’attività pratica attraverso calcoli statici e prove di caricamento.
- Conferma della sicurezza della qualità, attraverso controlli interni permanenti e periodici controlli esterni.

### 2. TEST SUI MATERIALI E PROVE SU INTERI CONTENITORI

Nel rapporto d’indagine **A-18.974 – 1** della **LPM AG** datato 21 Gennaio 1998 si dà conto dei test eseguiti sui materiali.- I campioni utilizzati sono stati tratti dalla parete di un contenitore dello spessore di 17 mm prodotto con sinterizzazione rotazionale.- I parametri dei materiali così ottenuti servono come base per il certificato, per i calcoli statici e per la certezza della qualità; tali parametri mostrano una grande regolarità.

Nella relazione dell'esperto incaricato dall'Ufficio BUWAL, datata 28 Dicembre 1996, vengono illustrate le prove di rottura dei contenitori sotto pressione d'acqua.- Sulla base dei parametri dei materiali, ottenuti da frammenti sul passo d'uomo, la pressione limite e le deformazioni insorte erano state calcolate in anticipo.

Nella relazione del medesimo esperto datata 7 Dicembre 1998 vengono documentate le prove di resistenza a lunga durata sotto pressione d'acqua, eseguite dal personale della ditta ASTRO sotto la guida dell'esperto BUWAL e dell'esperto del calcolo statico.- Le prove hanno avuto durata da Novembre 1996 a Gennaio 1998 (durata della prova di circa 10.000 ore).

Queste prove confermano la concordanza dei presupposti teorici con i parametri effettivamente misurati e il comportamento pratico dei contenitori.

### 3. BASI, METODI E RISULTATI DEL CALCOLO STATICO

I calcoli statici sui contenitori si fondano sulle seguenti basi :

- Calcolo dell'involucro cilindrico tramite la teoria dell'elasticità secondo S. Timoshenko.
- Ordinamento Svizzero sulla tutela delle acque da liquidi inquinanti ( VWF / Luglio 1998 ).
- Normativa Tecnica Svizzera per i serbatoi ( TTV / Giugno 1990 ).
- Regole della Tecnica dell'Unione Svizzera per le Materie Plastiche (KVS) per serbatoi cilindrici verticali di misura media in polietilene ( Giugno 1992 ).
- Normativa DVS 2205, parte 1 ( Giugno 1987 ) dell'Unione Tedesca per la Tecnica di Saldatura (DVS) per il calcolo di contenitori in resina termoplastica.
- Documenti della ditta ASTRO riguardo le misure (diametro, spessore e altezza di riempimento) dei diversi tipi e modelli di contenitori essenziali per il calcolo; tali documenti consistono in progetti e tabelle.
- Parametri dei materiali su breve periodo secondo le verifiche regolamentate dei produttori come pure parametri da noi verificati su campioni tratti da contenitori prodotti con sinterizzazione rotazionale.
- Poiché per la prevista **durata di utilizzo di 25 anni** non erano conosciuti valori di resistenza su lungo periodo, i corrispondenti fattori di riduzione sono stati determinati attraverso la comparazione dei diagrammi tratti dalla normativa DVS per il polietilene ad alta densità (HDPE) con i risultati delle prove di resistenza citati al punto 2.

Per il calcolo statico degli spessori delle pareti, necessari a una data sollecitazione; così pure come per le sollecitazioni ammissibili dato un certo spessore nella determinante parte cilindrica, si tiene conto dell'impedimento, alla libera deformazione della base del contenitore, causato dal pavimento.- Ciò porta in questa zona tensioni minori di quanto calcolato semplicemente con la formula di Kessel.- Le altre tensioni di flessione che teoricamente dovrebbero insorgere compaiono solo in modo indebolito in presenza di un passaggio da pavimento a parete arrotondato con un raggio di 50 mm.

Le restanti tensioni di flessione si smorzano inoltre rapidamente grazie alla flessibilità ( basso modulo E ) del materiale.- Nelle prove di fenditura così come in quelle di resistenza si è potuto dimostrare che la zona critica non si trova in questa area di passaggio.

Il calcolo si riferisce esclusivamente alle pareti cilindriche del contenitore in attività, in assenza di pressione e a temperatura ambiente ( max. 25°C ).

Influssi come quelli di vento o neve ed eventuali sollecitazioni a causa di trasporto e montaggio non vengono considerati.

La sollecitazione chimica causata dal mezzo stoccato viene tenuta in considerazione attraverso un aumento calcolato della densità del mezzo.- I corrispondenti fattori sono stati fissati tramite comparazione delle tabelle di stabilità tratte dai dati del produttore con le tabelle della direttiva DVS per il polietilene ad alta densità.

Il metodo di calcolo utilizzato ha potuto essere verificato con successo con le prove di fenditura eseguite nell'Ottobre 1996.

**Grazie alla buona concordanza delle prove con il calcolo e grazie alla sollecitazione nettamente definita (pressione interna da parte del mezzo di riempimento) i risultati del calcolo sono entro i limiti di sicurezza.**

#### 4. COMMENTI SULLA SICUREZZA

Attraverso l'attento utilizzo dei suddetti fattori di riduzione in conformità al **DVS** , cioè fattori che tengono conto dei noti fattori che riducono la resistenza, viene già garantito un uso più sicuro dei contenitori valutati alle condizioni citate.

Per eventuali sollecitazioni ulteriori non prevedibili vengono utilizzati fattori di sicurezza a seconda della normativa.

La direttiva DVS consiglia fattori di sicurezza tra 1.3 e 2.0 , a seconda delle condizioni di utilizzo.

La norma Americana ASTM N° D-1998-91 prescrive per i contenitori ottenuti da sinterizzazione rotazionale un fattore da 2.0 a 2.1.

Per il certificato svizzero viene categoricamente richiesto un fattore di sicurezza di 2.0.

I contenitori ASTRO provvisti in Svizzera di certificato sono corrispondentemente dimensionati.

CH-5712 Beinwil am See, 17. Febbraio 1999

LPM AG



Alfred Hächler  
dipl. Bauingenieur ETH/SIA

