

# Internal Part Heating and Cooling? Riscaldamento e raffreddamento interno nello stampaggio rotazionale?

Please see the Spanish and French Translation online at [www.rotoworldmag.com](http://www.rotoworldmag.com)

by Rory Jones, La Plastecnica

Since La Plastecnica first presented the results and benefits of internal part cooling in the production environment (Berlin 2006), we have been looking at ways to allow others to easily utilise the benefits of modifying the temperature of the air inside the mould. Initial results were gathered on rock and roll type machines producing large parts (up to 30m<sup>3</sup>). The large size of the parts and the corresponding amounts of heat that required removal resulted in internal water cooling being the most suitable means of improving part quality and cycle time reduction. The challenge since has been to create technology that facilitates the introduction of internal heating and/or cooling into the cramped and more highly constrained situations typically found in the industry. This article will describe test results of internal heating and cooling facilitated by Technovent.

For almost 10 years there have been products on the market that have assisted moulders to regulate pressures within their moulds. These products have, until recently, worked on passive pressurisation technology. La Plastecnica launched the 13mm (1/2") Technovent two years ago. Among other advantages, Technovent has allowed moulders to employ active pressurisation of their moulds using low pressure compressed air lines to deliver consistent pressure to the inside of parts. The recent development of the 19mm (3/4") Technovent used in conjunction with the Supavent or Smartvent has taken this one step further, allowing moulders to both internally heat and cool parts while pressurising.

## Experimental Technique

Data presented in this article was gathered over two days of moulding on a commercial shuttle rotational moulding machine in ICO Polymers research facility in Auckland, New Zealand. Many thanks to Bloys Rijkmans, Peter Zhang and the rest of the ICO team for providing invaluable material and technical assistance during the trials. Experimental equipment included two identical 300x300x300mm moulds mounted on the same offset arm. As standard, each mould is normally fitted with a PTFE tube vent shown in Figure 1. A cycle using 1,600.0 g

Da quando La Plastecnica ha presentato per la prima volta i risultati e i vantaggi del raffreddamento interno degli stampi (Berlino 2006), abbiamo cercato di facilitare il lavoro degli stampatori e di sfruttare i vantaggi che si ottengono modificando la temperatura all'interno dello stampo. I risultati iniziali sono stati raccolti su macchine basculanti che producono pezzi di grandi dimensioni (fino a 30 m<sup>3</sup>). Considerando la notevole dimensione dei pezzi e la altrettanto notevole quantità di calore da asportare il metodo più idoneo per migliorare la qualità del pezzo e per ridurre il tempo del ciclo resta il raffreddamento interno con acqua.

La sfida sin da allora è stata quella di creare una tecnologia capace di facilitare il riscaldamento e/o raffreddamento interno in uno spazio ristretto e nelle più difficili situazioni che tipicamente si verificano nell'industria. Questo articolo descrive i risultati dei test sul riscaldamento e sul raffreddamento interno agevolati dall'uso di Technovent.

Per quasi 10 anni sono stati presenti sul mercato prodotti che hanno aiutato gli stampatori a regolare la pressione all'interno dei loro stampi. Fino a poco tempo fa questi prodotti hanno sfruttato principalmente la tecnologia di pressurizzazione passiva. Da due anni La Plastecnica ha lanciato sul mercato il supporto Technovent, per sfiati dal diametro esterno di 13 mm. Tra gli altri vantaggi, Technovent ha permesso agli stampatori di sfruttare questa tecnologia in modo attivo, utilizzando linee d'aria compressa a bassa pressione per gestire la pressurizzazione degli stampi. Il recente sviluppo del Technovent da 19 mm, usato sia con i Supavent che con gli Smartvent più grandi, ha permesso di fare un passo avanti, consentendo agli stampatori di riscaldare e di raffreddare internamente i pezzi mentre si pressurizza.

## Metodo sperimentale

I dati presentati in questo articolo sono stati raccolti dopo due giorni di stampaggio con una macchina rotazionale a navetta nel centro di ricerca ICO Polymers, situato ad Auckland, in Nuova Zelanda. Ringraziamo Bloys Rijkmans, Peter Zhang e tutto il gruppo di lavoro ICO per aver messo a nostra disposizione l'inestimabile materiale e assistenza durante le prove. L'attrezzatura sperimentale ha incluso due identici stampi 300 x 300 x 300 mm montati sullo stesso braccio a squadra. Di norma ogni stampo è fornito di uno sfiato in PTFE, come mostrato nella figura 1 (sfiato tradizionale accanto all'alloggiamento). È stato eseguito un ciclo utilizzando 1.600 g di polvere PE Cotene 9050 (che produce una parete spessa 3,2 mm) per ciascuno stampo con lo scopo di assicurare che entrambi gli stampi si comportassero similmente. È stata

(3.53 lbs) of powdered Cotene 9050 (producing a 3.2mm (1/8") wall part) in each mould was performed to ensure that both moulds behaved in a similar way. This shot was continued for all other trials. With reference to Figure 2, the only significant variation in the temperature traces of the two parts was noticed after solidification of the material where one part released from the mould sooner than the other part, slowing the cooling rate. For these venting trials, one of the moulds (that which displayed the later release) was left with the standard vent configuration. The other mould (early release mould) had its vent replaced with either a 19mm TechnoSupa assembly (Figure 3 Runs 2-6, 12) or a TechnoSmart assembly (Figure 4 Runs 7-11). Post moulding, each part was marked with the run number, the target PIAT (Peak Internal Air Temperature) for the standard, open PTFE tube control and either a C for the control part or T for the TechnoSupa or TechnoSmart trial part. Samples were marked and then cut out from the face of each box that was facing the centre of the plate rotation.

The low-pressure air line of the machine was used to deliver air pressure to the Technovent. The arm was heated for one cycle, then four meters of 20mm (3/4") copper tube was attached to the fitting in the head of the arm of the machine. To confirm the pressure that was to be delivered to the Technovent, the regulator (set



Figure 1: Standard Vent Beside Housing  
 Figura 1: Sfiato tradizionale accanto all'alloggiamento

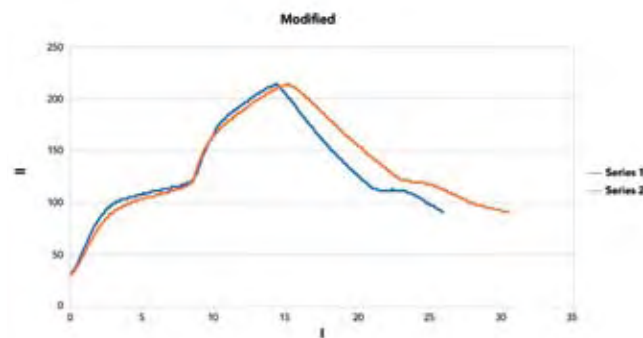


Figure 2: Comparison of Tests Moulds  
 Figura 2: confronto tra i grafici della temperatura interna dell'aria dei due stampi



Figure 3: TechnoSupa Assembly  
 Figura 3: assemblaggio TechnoSupa

utilizzata la stessa quantità di polvere per tutte le altre prove. Come si evince dalla figura 2 (confronto tra i grafici della temperatura interna dell'aria dei due stampi), l'unica variazione indicativa nei tracciati della temperatura dei due pezzi si rileva in seguito alla solidificazione del materiale: un pezzo si è staccato dallo stampo prima dell'altro, rallentando la velocità del raffreddamento. Per realizzare queste prove di sfiato, uno dei due stampi (quello dal distacco più lento) è stato lasciato con uno sfiato tradizionale. Sull'altro stampo (dal distacco più rapido) abbiamo sostituito lo sfiato tradizionale con l'assemblaggio di un TechnoSupa (figura 3, stampate 2-6, 12) o di un TechnoSmart (figura 4 stampate 7-11). Dopo lo stampaggio, ciascun pezzo è stato segnato con il proprio numero di stampata. Lo stampo di controllo (quello con lo sfiato tradizionale in PTFE aperto) è stato segnato con il PIAT (Peak Internal Air Temperature = picco della temperatura dell'aria all'interno dello stampo) e con la C; le stampate su cui sono state fatte le prove con TechnoSupa o con TechnoSmart sono state segnate con la T. I campioni sono stati contrassegnati e poi ritagliati dal lato di ogni cubo stampato che guardava il centro della rotazione secondaria.

La linea di bassa pressione dell'aria della macchina è stata utilizzata per portare la pressione dell'aria al Technovent. Il braccio è stato riscaldato per un ciclo e in

seguito sono stati attaccati quattro metri di tubo di rame di  $\varnothing$  20 mm all'innesto sulla testa del braccio della macchina. Per verificare quanta pressione sarebbe arrivata al Technovent, sono stati applicati all'estremità del tubo di rame: il regolatore (aperto del tutto), l'indicatore di pressione, la valvola di apertura/chiusura della linea d'aria e il dispositivo per la misurazione della velocità del flusso della figura 5 (impianto

to full open), pressure gauge, on/off valve and flowrate measurement device of Figure 5 were fitted to the end of the copper tube. The valve was checked to make sure it was shut. The airflow through the low pressure air line was started. We adjusted the low line pressure regulator to deliver 95 kPa as read on the machine's gauge. The gauge on the end of the copper tube was then checked and was found to read 55 kPa. It was noticed that air was escaping through the high-pressure airline port on the machine as well, indicating that the seals separating the low and high pressure lines were leaking. These losses mean that the pressure set at the machine will be considerably higher than what is actually delivered to the part. Therefore, for the purposes of this trial, we will assume that a static pressure of the 55 kPa is delivered to the mould. This would partly explain the difference between pressures recorded on the machine gauge and the pressure recorded at the end of the copper tube. It is a common observation to see leaking air seals in biaxial machines. Next, the valve was opened to full flow to simulate the maximum likely delivery of air to the Technovent. The flow monitor recorded a flow rate of 1.3 litres/s.

Run two started by using a TechnoSupa assembly with no air line attached. The remaining 10 trials were carried out using compressed air supplied to the Technovent in the trial mould at various times during the cycle. The experimental set up is documented in Figure 6.

### Cycle to Cycle Variations

The initial plan was to use the control mould as a means of comparing different cycles. However, after analysing the



Figure 4: TechnoSmart Assembly    Figura 4: assemblaggio TechnoSmart



Figure 5: Pressure and Flow Measuring Set Up    Figura 5: impianto per misurazione pressione e flusso

per misurazione pressione e flusso). La valvola è stata controllata per verificare che fosse chiusa. È stato aperto il flusso dell'aria attraverso la linea della bassa pressione ed è stato impostato il corrispondente regolatore affinché si leggesse 95 kPa sull'indicatore della macchina. La corrispondente lettura del manometro sull'estremità del tubo di rame leggeva 55 kPa. Abbiamo osservato che l'aria fuoriusciva anche dall'innesto della linea dell'alta pressione sulla macchina, indicazione che le tenute tra le linee dell'alta e della bassa pressione perdevano. (Questo potrebbe parzialmente spiegare la differenza tra la pressione registrata sull'indicatore della macchina e quella registrata alla fine del tubo di rame. Si verificano spesso perdite delle tenute dell'aria nelle macchine biaxiali.) In considerazioni di queste perdite, è stato necessario impostare sulla macchina una pressione considerevolmente più alta di quella che, di fatto, arriva, e serve, allo stampo. Per gli scopi di queste prove, supponiamo che una pressione statica di 55 kPa sia stata apportata allo stampo. È poi stata aperta la valvola a flusso completo per simulare la probabile massima portata di aria al Technovent.

Il rivelatore del flusso ha registrato una velocità del flusso di 1,3 litri/secondo.

La stampata numero due è stata effettuata con l'assemblaggio del TechnoSupa senza linea d'aria attaccata. Le rimanenti 10 prove sono state eseguite alimentando l'aria compressa al Technovent a varie fasi durante il ciclo. L'impianto sperimentale è documentato nella figura 6.

### Variazioni di ciclo in ciclo

Inizialmente l'intenzione era quella di usare lo stampo di controllo come strumento per confrontare i diversi cicli. Dopo l'analisi dei dati però, abbiamo notato che differenze rilevanti nella temperatura del forno possono essere registrate da un ciclo a l'altro. La figura 7 ci mostra i grafici di tutti i cicli del forno nelle diverse prove. Sono state calcolate le temperature medie per ciascun ciclo del forno dal 5° al 13° minuto del ciclo. La temperatura del forno è stata impostata a 275°C. La temperatura media per tutti i cicli è stata di 264°C,



data it can be seen that significant differences in oven temperature can be recorded from one cycle to the next. Figure 7 shows traces of all the oven cycles for our set of trials. We have calculated average temperatures for each oven cycle from the 5th to the 13th minute of the cycle. The oven set point was 275°C. An average oven temperature for all cycles was 264°C, which is reasonably close to the set point. However, if we look at the average temperature for each individual cycle, we see that run 4 had an average temperature of 259°C and run 1 had a average temperature of 272°C, a range of 13°C. Our experimental plan was to cook parts to a consistent PIAT and then compare cycle times between runs. Due to the variations in oven temperature, it is difficult to know to what extent differences between runs could be attributed to our technology or to differences in heating cycles. In this set of trials we were using a well established type of industrial machine with 'good control' and it appeared to be in very good condition. The trials were carried out on two consecutive days with very similar climatic conditions.

The range of average temperatures that we have seen on a 'good' machine in good condition is likely to have a significant impact on level of cure of a series of parts produced to a fixed cycle time. This observation helps to show the importance of internal temperature measurement in rotational moulding.

### Findings

In light of the cycle-to-cycle differences observed in rotational moulding, what information can we draw from these trials? Due to ICO's research facility being well equipped with two identical moulds, it is still relevant to compare cycle times from



Figure 6: Experimental Setup Figura 6: impianto sperimentale

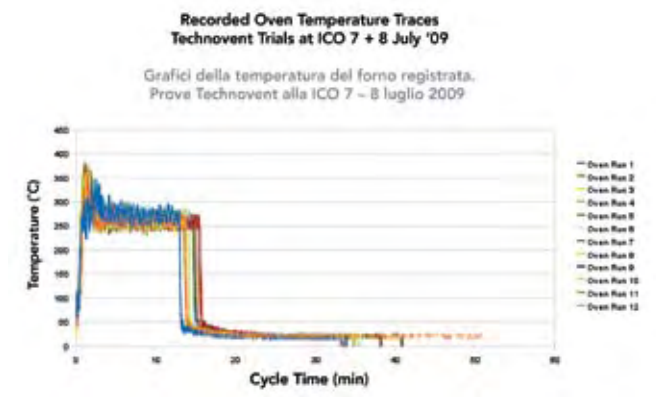


Figure 7: Oven Temperatures for Trial Set. Figura 7: temperature del forno per gruppo di prova. Grafici della temperatura del forno registrata. Prove Technovent alla ICO 7 - 8 luglio 2009

quindi abbastanza vicina alla temperatura impostata. In ogni modo, se guardiamo alla temperatura media di ciascun ciclo notiamo che quella della stampata 4 è stata di 259°C e quella della stampata 1 è stata di 272°C, un'escursione di 13°C. Il nostro progetto è stato quello di cuocere i pezzi ad un PIAT costante e di confrontare in seguito i tempi del ciclo tra le stampate. A causa delle variazioni nella temperatura del forno è stato difficile stabilire a cosa attribuire le differenze tra le stampate, se alla nostra tecnologia o se alle differenze dei cicli di riscaldamento. Per questo gruppo di prove abbiamo usato una macchina industriale affidabile, con un "buon controllo", che appariva in ottime condizioni. Le prove sono state eseguite in due giorni consecutivi con condizioni climatiche molto simili. È probabile che la variazione delle temperature medie, riscontrate su una "buona" macchina in ottime condizioni, abbia un impatto incisivo sul livello di cottura di una serie di manufatti prodotti con un tempo di ciclo costante. Questa osservazione aiuta ad accertare l'importanza della misurazione della temperatura interna nello stampaggio rotazionale.

### Risultati

Alla luce delle differenze da ciclo a ciclo osservate nello stampaggio rotazionale, quali informazioni si possono ricavare dalle prove effettuate? Grazie al centro di ricerca della ICO, dotato di due identici stampi, è possibile confrontare i tempi di ciclo dei due pezzi prodotti ciascuna volta nello stesso ciclo. Sono stati portati a termine 12 cicli (Run). Per ciascuna volta uno degli stampi è rimasto "tradizionale", cioè dotato di uno sfiato PTFE, con la funzione di controllo (Control). Le modifiche di sfiato sono state apportate solo sull'altro stampo, quello di prova (Trial). I risultati delle velocità di riscaldamento (Heating Rate) e di raffreddamento (Cooling Rate), registrate tra lo stampo di prova e quello di controllo, sono riportate nella tabella 1. L'area turchese della tabella indica le stampate eseguite con l'assemblaggio TechnoSupa mentre quella verde rappresenta le stampate eseguite con assemblaggio TechnoSmart.

the two parts produced each time in the same cycle. Twelve cycles were completed. Each time one mould was kept 'as standard' with a PTFE vent to act as a control.

Modifications to venting were only carried out on the other mould. The results of the recorded heated and cooling rates between the trial and the control mould for each part are give in Table 1.

The turquoise area in the table indicates runs that were carried out with TechnoSupa assemblies, while the green area represents runs that were carried out using TechnoSmart assemblies.

Not all runs that we carried out were useful for understanding the benefits of internal heating or cooling. The first two runs were used to show that our two moulds were performing identically within the limits of measurement error. There is also data missing from the heating analysis as some runs did not have internal heating (compressed air not activated).

Run #	Cooling Rate Trial	Cooling Rate Control	Cooling Rate Improvement	Heating Rate Trial	Heating Rate Control	Heating Rate Improvement
	°C.s <sup>-1</sup>	°C.s <sup>-1</sup>		°C.s <sup>-1</sup>	°C.s <sup>-1</sup>	
1						
2						
3	0.177	0.113	56%			
4	0.167	0.114	46%	0.188	0.180	5%
5	0.172	0.124	38%	0.172	0.172	0%
6	0.171	0.132	29%			
7	0.169	0.134	26%	0.171	0.152	12%
8	0.168	0.131	28%	0.175	0.161	8%
9	0.170	0.126	34%	0.171	0.157	9%
10	0.169	0.131	29%	0.134	0.113	19%
11	0.177	0.132	34%	0.127	0.108	18%
12	0.167	0.135	23%	0.126	0.113	12%
Mean	0.170	0.127	34%	0.158	0.145	10%
Range	0.010	0.022		0.062	0.073	
	6.03%	17.61%		39%	50%	

Table 1: Rate Comparisons Between Control and Internally Heated and Cooled Parts

	Internal Heating/ Cooling Advantage	Internal Heating/ Cooling Advantage	Internal Heating/Cooling PIAT Advantage
	min	% of control cycle	°C
Run #			
1			
2			
3	5.8	19%	-2.0
4	4.67	15%	4.1
5	4.26	13%	2.0
6	3.1	10%	0.0
7	3	10%	2.0
8	3.27	11%	2.0
9	4.2	13%	2.0
10	3.27	10%	4.0
11	3.8	12%	4.1
12	2.89	9%	4.0

Table 2: Overall Advantages of Internally Heated and Cooled Parts

**Product Consistency**

From my experience as a production manager, I am more interested in the cooling side of the rotational moulding cycle. Controlling cooling will give better, more uniform parts. For this reason, these trials were principally focused on the influence of internal cooling to the rotational moulding cycle. For me, the most exciting comparison on this page is the range of cooling

Non tutte le stampate eseguite sono state utili per comprendere i vantaggi del riscaldamento o del raffreddamento interno. Le prime due stampate sono state utili per dimostrare che i nostri due stampi stavano lavorando allo stesso modo (nei limiti dell'errore di misurazione). Ci sono inoltre alcuni dati relativi all'analisi del riscaldamento che mancano in quanto per alcune stampate non è stato eseguito il riscaldamento interno (aria compressa non attivata).

rates recorded. As a percentage of the average cooling rate, the range of internally cooled cooling rates was 6% compared with 18% for those traditionally cooled parts. This is not the only good news. In every case the internally cooled part cooled more quickly than the traditionally cooled part. The average cooling rate improvement was 34% with internal cooling. We were using a single arm shuttle machine for our trials. In a lot of industrial settings with multi-arm machines it is often the cooling of parts that determines the speed with which the processing can continue. This improvement in cooling will help to relieve any cooling bottle necks from the production cycle and therefore improve machine through put.

### Cycle Time Reduction

Internal cooling looks to significantly improve the consistency of the rotational moulding cooling cycle, which is very important for those answering customers' complaints about product non-conformity. For those more interested in improving the economics of the rotational moulding process, we started to look at the effect that internal heating could have on the heating side of the rotational moulding cycle. Improvements in this area will allow parts to be processed faster through the oven and therefore require less energy input. In each run, internal heating rates were either the same or considerably faster than the respective control. Average improvement in heating rate was 10%. Internally heated parts also showed a lower fluctuation in heating rate than traditionally heated parts.

The cycle time reduction of each trial is given in Table 2. A cycle was deemed to finish when the internal air temperature reached 90°C.

### Porosity

Internally heated and cooled parts moulded faster. They also achieved higher PIATs. What was the quality of the moulding like? Internally heated and cooled parts generally had noticeably less porosity than the control pairs. Figure 8 shows a photo of samples cut from run 11. On the left of the

### Ripetibilità del prodotto

Dalla mia esperienza come direttore di produzione, ciò che più mi interessa del ciclo dello stampaggio rotazionale è la questione del raffreddamento. Il controllo del raffreddamento produce pezzi stampati migliori e più uniformi. Per questa ragione, l'attenzione durante queste prove è stata focalizzata principalmente sull'influenza del raffreddamento interno nel ciclo dello stampaggio rotazionale. Dal mio punto di vista, il confronto più significativo riportato in questa tabella è la gamma delle velocità di raffreddamento registrate. Espresso in termini di percentuale di velocità media di raffreddamento, la variazione delle velocità di raffreddamento dei pezzi raffreddati internamente è del 6% mentre quella di quei pezzi raffreddati in maniera tradizionale è del 18%. In altre parole, il tempo necessario per raffreddare usando il raffreddamento interno si è rivelato molto più costante del metodo tradizionale.

Questo non è l'unico aspetto positivo. In ciascun caso, il pezzo raffreddato internamente si è raffreddato più velocemente di quello raffreddato con il metodo tradizionale: è stato registrato un miglioramento della velocità media di raffreddamento del 34%.

Le prove sono state effettuate con una macchina a navetta con braccio singolo. In molti cicli industriali fatti con macchine dotate di più bracci, spesso è il raffreddamento dei pezzi a determinare la velocità con cui la lavorazione prosegue. Questa miglioria aiuterà a diminuire i rallentamenti causati dal raffreddamento aumentando la capacità produttiva della macchina.

### Riduzione del tempo del ciclo

Le prove indicano che il raffreddamento interno migliora sensibilmente la ripetibilità di questa parte del ciclo, aspetto di grande importanza per risolvere le difficoltà dei clienti legate alla non conformità del prodotto.

Per coloro maggiormente interessati a migliorare l'economia del processo dello stampaggio rotazionale, abbiamo iniziato ad esaminare gli effetti che il riscaldamento interno potrebbe avere sulla fase del riscaldamento del ciclo di stampaggio. I miglioramenti in questa fase consentiranno di lavorare i pezzi nel forno più rapidamente richiedendo per questo un consumo minore di energia. Per ogni stampata, le velocità di riscaldamento interno sono state le stesse o sostanzialmente più veloci di quelle dello stampo di controllo. Il miglioramento medio nella velocità di riscaldamento è stato del 10%. I pezzi prodotti con il riscaldamento interno hanno inoltre mostrato una variazione minore di ciclo ottimale rispetto alla velocità di riscaldamento registrata usando solo il metodo tradizionale.

La riduzione del tempo del ciclo in ogni prova è riportata



Figure 8 Comparison of Porosity Between an Internally Heated/Cooled Part and its Control. Figura 8: confronto della porosità tra il pezzo riscaldato/raffreddato internamente e il pezzo ottenuto dallo stampo di controllo.

photo is a sample from the TechnoSmart trial mould and on the right is a sample from the control. Both samples are from the inward orientated faces of their respective mouldings. The Vernier calliper is set to 10mm. It has been interesting to note that depending on when the air is supplied to the Technovent, we can reduce or exaggerate the level of porosity in the part. The TechnoSupa and TechnoSmart assemblies are designed to pressurise as well as internally heat and cool parts. We have found that if the pressure is applied to the Technovent while the material is laying up and the bubbles are forming, then the levels of porosity in the final part may well be higher than in the control. As a matter of reference, pressure was applied for the whole cycle (including when the material was laying up) for runs 4 and 5. None of the other runs had pressure applied during material lay up.

**Warpage**

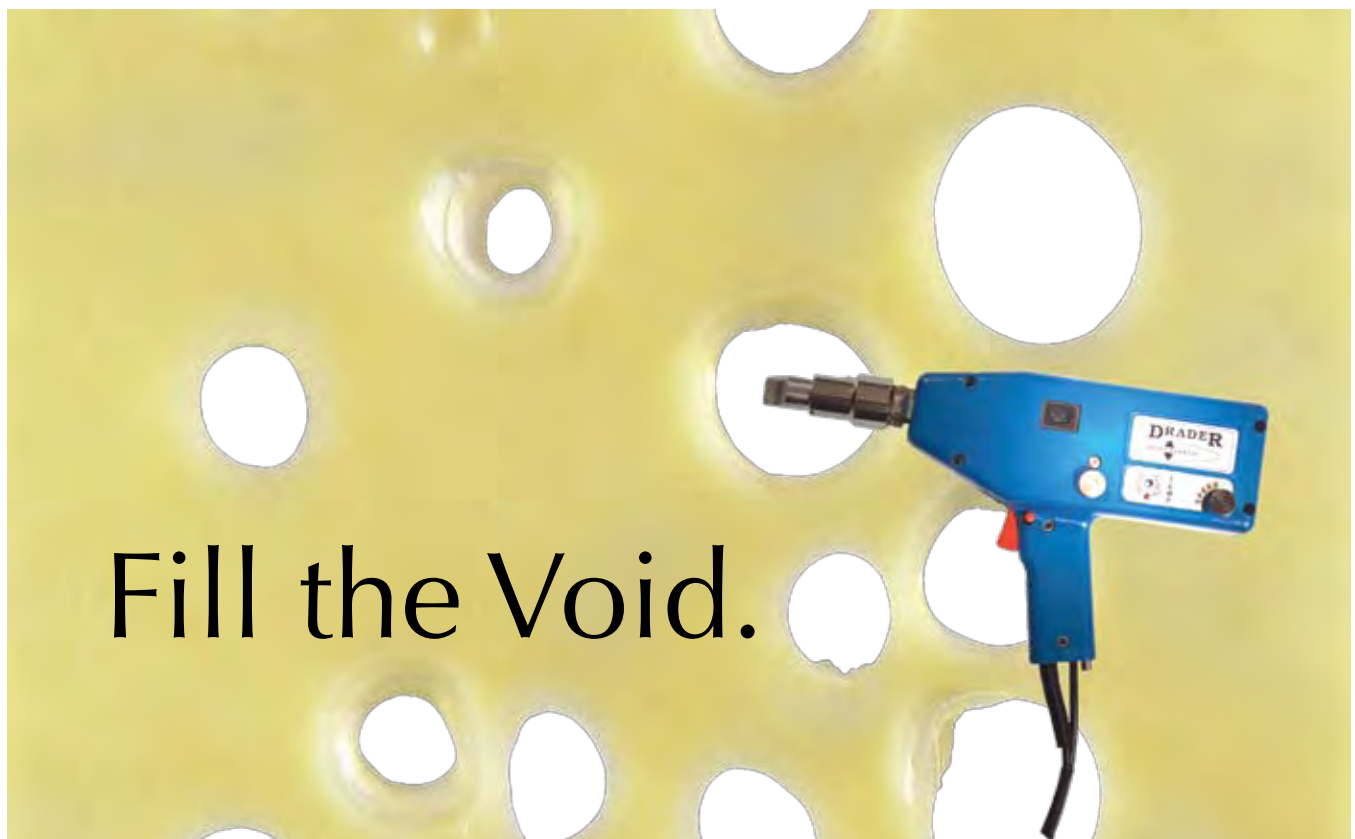
If the trace of Figure 9 from a typical run is analysed, we can see some interesting differences between the internally heated/cooled part and the traditionally vented part. The

nella tabella 2. Il ciclo si considerava finito quando la temperatura interna dell'aria raggiungeva 90°C.

**Porosità**

I manufatti riscaldati e raffreddati internamente si stampano più velocemente. Raggiungono inoltre PIAT più alti. Ma qual è stata la qualità degli stampati? I manufatti riscaldati e raffreddati internamente generalmente sono evidentemente meno porosi di quelli prodotti con lo stampo di controllo. La figura 8 mostra le foto di un campione ritagliato da ciascun pezzo stampato nel ciclo 11. Sulla sinistra della foto c'è il campione ottenuto dalla prova in stampo fatta con TechnoSmart e sulla destra c'è il campione dello stampo di controllo. Entrambi i campioni sono ricavati dalla facciata interna delle rispettive stampate. Il calibro Vernier è impostato su 10 mm. È interessante notare che si può scegliere di ridurre o di aumentare il livello di porosità del pezzo a secondo del momento in cui si eroga l'aria nel Technovent. Gli assemblaggi TechnoSupa e TechnoSmart sono progettati sia per pressurizzare che per riscaldare e raffreddare internamente le parti. Abbiamo scoperto che se la pressione è applicata al Technovent mentre si stanno formando lo strato di materiale e le bolle, allora il livello di porosità sul pezzo finito può essere addirittura maggiore rispetto a quello del pezzo ottenuto dallo stampo di controllo. Si tenga presente che la pressione è stata applicata per l'intero ciclo (incluso quando

TECHNICAL & RESEARCH



Fill the Void.

Drader Manufacturing • Toll Free: 1.800.661.4122 • Phone: +1.780.440.2231  
[www.drader.com](http://www.drader.com) • [plasticwelding@drader.com](mailto:plasticwelding@drader.com)



dark red line gives an indication of the temperature of the air inside the Technovent. After about 12 minutes, the dark red line suddenly jumps. This is when the air is switched on to the Technovent. Shortly after this time you will see that the yellow line of the trial suddenly moves above the green line of the control. This separation between the two temperatures continues until the end of the oven cycle. When cooling starts, the internal temperature of the trial quickly drops below that of the control. Cooling continues in a linear manner until the temperature trace plateaus. This plateau is normally attributed to solidification. It is interesting to note that the internally cooled part has a solidification plateau 8-10°C lower than the traditionally cooled part. This observation may well show one of the most useful aspects of internal cooling. By cooling the inside of the part as well as the outside, the cooling profile through the wall of the part is likely to be more symmetrical. Previously, improving the symmetry of cooling through the wall of parts has resulted in considerably less visible deformation in parts. It is difficult to produce accurate quantitative measures of deformation. However, for runs 3 through to 12 there was consistently less deformation in the internally cooled parts.

Average deformation across a face of the moulding in trial parts was 2.56mm. In the control parts, average deformation was 3.16mm. This implies that there was 18% less deformation in the internally cooled parts than traditionally cooled parts.

**Other Learnings**

One of La Plastecnica's principle areas of research over that last few years has been how to further improve the economics of our vent range. One of the easiest ways of doing this is to protect the vent from heat. During this set of trials we have seen a graphic example of how reducing the heat delivered to the vent can improve its performance. Figure 10 shows an example of what happened to the new 19mm Smartvent during both run 7 and 8. As can be seen, sections of the vent have remained incorporated into the plastic. For run 9 the Technovent was draped in fibreglass insulation as displayed in Figure 6. Figure 11 shows the effect that this had on the accumulation of plastic on the vent. Other ways that have

si stava formando lo strato di materiale) per le stampate 4 e 5. Durante nessuna delle altre stampate la pressione è stata applicata nel momento in cui lo strato di materiale si stava formando.

**Warpage (deformazione)**

Se si analizza il grafico della stampata tipica riportato nella figura 9, si notano interessanti differenze tra lo stampato riscaldato/raffreddato internamente e il pezzo sfiato in maniera tradizionale. La linea rosso scuro fornisce un'indicazione della temperatura dell'aria all'interno del Technovent. Dopo circa 12 minuti la linea rosso scuro improvvisamente si impenna. Ciò accade quando si introduce l'aria nel Technovent. Subito dopo si vede la linea gialla dello stampo di prova che di colpo supera la linea verde, che rappresenta lo stampo di controllo. Questa separazione tra le due temperature continua fino alla fine del ciclo in forno.

Quando inizia il raffreddamento, la temperatura interna dello stampo di prova si abbassa velocemente al di sotto di quella dello stampo di controllo. Il raffreddamento continua in maniera lineare fino a che la temperatura del tracciato si livella. Questo livellamento è normalmente attribuito alla solidificazione. È interessante notare che lo stampato raffreddato internamente ha un livello di solidificazione 8-10°C

più basso rispetto al pezzo stampato raffreddato in maniera tradizionale. Questa osservazione può ben spiegare uno degli aspetti più utili del raffreddamento interno: raffreddando sia dall'interno che dall'esterno, il profilo della temperatura attraverso la parete del pezzo è più simmetrico. In altri studi, migliorando la simmetria del raffreddamento attraverso la parete dei pezzi questi sono apparsi sostanzialmente meno deformati. È difficile misurare con precisione la quantità di deformazione. In ogni modo, dalle stampate 3 fino alla 12 i pezzi raffreddati internamente sono stati notevolmente meno deformati. La media della deformazione attraverso la facciata dello stampaggio nei pezzi ottenuti con lo stampo di prova è stata di 2,56 mm. Nei pezzi ottenuti dallo stampo di controllo la deformazione è stata di 3,16 mm. Questo significa che c'è stato il 18% di deformazione in meno nelle parti raffreddate internamente rispetto alle parti raffreddate tradizionalmente.

**Altre considerazioni**

Uno dei principali campi di ricerca de La Plastecnica negli ultimi anni è stato quello di migliorare ancor di più l'economia della nostra gamma di sfiati. Uno dei metodi più semplici per raggiungere questo obiettivo è proteggere lo sfiato dal

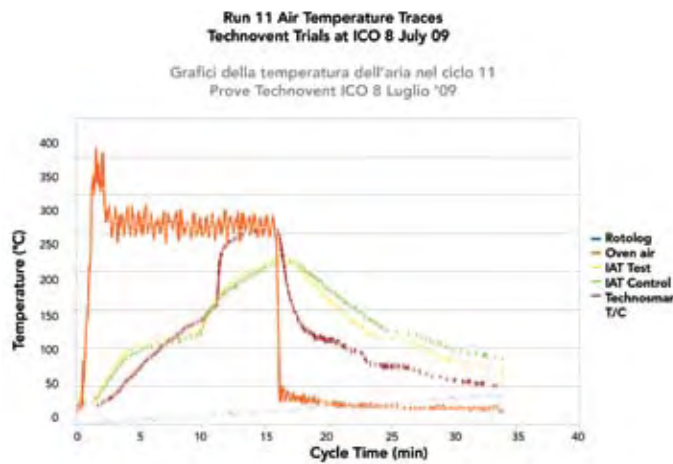


Figure 9: Temperature Traces from Run 11.  
Figura 9: Grafici della temperatura nel ciclo 11.



been successfully employed to reduce the transmittance of heat into our vents include mounting the vent into a PTFE (teflon®) or stainless steel collar. If the collar allows the vent to be positioned further into the mould, it becomes even more effective. For further details on these concepts please contact the author (rory@supavent.com).

### Conclusions

The benefits of internal heating and cooling have long been understood by the rotational moulding industry. Part trials using new components to facilitate this technology using a static feed pressure of 55 kPa have shown a number of improvements over traditional methods of heating and cooling moulds.

While both part and cycle improvements were expected during these trials, it was pleasing to note the magnitude of these improvements with a 34% improvement in cooling rate, a 10% improvement in heating rate and 18% reduction in the magnitude of part warpage.

In addition to these findings, these trials (comparing internally and traditionally heated and cooled parts) also found a reduction in the variation in heating rates (from 50%-39%) and cooling rates (from 18%-6%), higher PIATs and significantly less porosity.

These trials also provided significant evidence of the importance of protecting vents from excessive heating. For further information on these trials, you can contact Rory Jones (rory@supavent.com).



Figure 10: Plastic Accumulation Generated Using an Uninsulated Technovent  
Figura 10: accumulo di plastica generato dall'uso di un Technovent non isolato.



Figure 11: Plastic Accumulation With an Insulated Technovent  
Figura 11: ridotto accumulo di plastica con un Technovent isolato.

calore. Durante questo gruppo di prove, abbiamo visto, attraverso un esempio grafico, che ridurre il calore portato allo sfiato ne migliora il comportamento. La figura 10 mostra un esempio di quello che è accaduto al nuovo Smartvent dal diametro esterno 19 mm durante i cicli 7 e 8. Come si può vedere, alcune parti dello sfiato sono rimaste inglobate nella plastica. Per il ciclo 9 il Technovent è stato coperto di isolante in fibra di vetro, come mostrato nella figura 6. La figura 11 mostra l'effetto di questo accorgimento: è molto diminuito l'accumulo di plastica sullo sfiato. Altri metodi utilizzati con successo per ridurre la trasmissione di calore ai nostri sfiati includono il montaggio dello sfiato in una bussola di PTFE o di acciaio inox. Se la bussola permette allo sfiato di essere posizionato più in profondità nello stampo, esso diventa ancora più efficace. Per maggiori dettagli su questi concetti si prega di contattare l'autore (rory@supavent.com).

### Conclusioni

I vantaggi del riscaldamento e del raffreddamento interno sono stati da tempo compresi dall'industria dello stampaggio rotazionale. Le prove fatte

usando nuovi componenti per facilitare questa tecnologia (attraverso l'uso di un'alimentazione della pressione statica di 55 kPa), hanno mostrato molti miglioramenti rispetto ai metodi tradizionali di riscaldamento e raffreddamento degli stampi.

Avevamo previsto che queste prove avrebbero migliorato il tempo del ciclo e la qualità dei manufatti: notare l'entità di questi miglioramenti, pari al 34% nel tasso di raffreddamento, al 10% nel riscaldamento e ad una riduzione del 18% nella deformazione degli stampati, è stata una conferma gradita.

In aggiunta a questi risultati, le prove eseguite (confrontando gli stampati riscaldati e raffreddati tradizionalmente con quelli riscaldati e raffreddati internamente) hanno fatto registrare una riduzione nella variazione dei tassi di riscaldamento (dal 50% al 39%) e dei tassi di raffreddamento (dal 18% al 6%), PIAT più alti e una significativa diminuzione della porosità.

Queste prove inoltre hanno evidenziato l'importanza di proteggere gli sfiati da eccessivo riscaldamento.