

# Compliant Air Guns for Shotcrete

By Yann Curtis and Jordan Kozub

*"Your blow pipe is not OSHA compliant and you must stop shotcrete work until it's replaced. You need a dead man trigger." - Job Site Safety Officer*



Shotcrete operations with compliant air gun.

Our experience wasn't quite this abrupt, but it did prompt us to research and find safer air lances that are readily available on the market. And guess what? There are. We used what most consider "standard" equipment, a manually assembled air lance consisting of a ball valve for air volume control, threaded to an extension pipe, and crimped at the end for increased output pressure. (Fig. 1) With the exception of a few runaway air lances over the years, resulting in no injuries, they served us well. However, for this situation, ignorance is not bliss. It was our firm's responsibility to make things safer for our craftsmen and fellow trade partners.

## SAFETY AIR GUN OPERATORS

It cannot be overstated just how impactful a skillful safety air gun operator can affect the quality of shotcrete placement. The removal of rebound (defined as loose aggregate not fully coated with paste) from behind reinforcing bars and against receiving surfaces drastically assists in the proper encapsulation of reinforcement and bonding of the concrete to the substrate. However, the importance of this crew member's work may often be overlooked next to the eye-catching



Fig. 1: Non-compliant blow pipe variations.

nozzlemaster as concrete jettisons out the nozzle at 80 mi/hr (35 m/s). A nozzlemaster without a safety air gun operator working in tandem with him during shotcrete placement simply cannot be as effective.

# Pistolas de aire compatibles para Shotcrete

Por Yann Curtis y Jordan Kozub

*“Su tubo de soplado no es compatible con OSHA y debe detener el trabajo de shotcrete hasta que se reemplace. Necesitas un gatillo de hombre muerto.”*

- Oficial de Seguridad en el Sitio de Trabajo



Operaciones de concreto lanzado con lanza de aire compatible con las normas

Nuestra experiencia no fue tan abrupta, pero nos impulsó a investigar y encontrar lanzas de aire más seguras que están disponibles en el mercado. ¿Y adivina qué? Los hay. Utilizamos lo que la mayoría considera equipo "estándar", una lanza de aire montada manualmente que consiste en una válvula de bola para el control del volumen de aire, roscada a un tubo de extensión, y engarzada al final para aumentar la presión de salida. (Foto1) Con la excepción de algunas lanzas aéreas desbocarias a lo largo de los años, resultando en ninguna lesión, nos sirvieron bien. Sin embargo, para esta situación, la ignorancia no es dicha. Era responsabilidad de nuestra empresa hacer las cosas más seguras para nuestros artesanos y otros socios comerciales.

## OPERADORES DE PISTOLAS DE AIRE DE SEGURIDAD

No se puede exagerar cuán impactante puede afectar a un hábil operador de pistola de aire de seguridad la calidad de la colocación del shotcrete. La eliminación del rebote (definido como agregado suelto no completamente recubierto con pasta) de detrás de las barras de refuerzo y contra las superficies receptoras ayuda drásticamente en la encapsulación adecuada de refuerzo y unión del hormigón al sustrato. Sin



Fig. 1: Diferentes lanzas de aire que no cumplen con las normas



Unblocked State (Normal Operation)

Blocked State

Fig. 2: Diagram of compliant blow pipes when dead ended at the nozzle.



Fig. 3: Dead-man trigger with ball valve installed for volume adjustment.

## COMPRESSED AIR OSHA REGULATIONS

OSHA Standard 1910.242(b) states that “Compressed air shall not be used for cleaning purposes except were reduced to less than 30 lb/in<sup>2</sup> (0.2 Mpa) and then only with effective chip guarding and personal protective equipment (PPE).”

To further clarify the standard, the static air pressure at the nozzle shall not exceed 30 lb/in<sup>2</sup> if dead ended. An example of dead ending is when the gun tip is pressed against skin. (Fig. 2) In a properly designed safety air gun the output from the air compressor which feeds the air gun does not need the air compressor’s output to be reduced below 30 lb/in<sup>2</sup>.

The fees assessed by OSHA for infraction of the standard is up to \$12,000 per homemade air gun in non-compliance. So it is important to become knowledgeable on the particulars as the OSHA standard can be misinterpreted by safety officers, and sometimes even OSHA inspectors. Terminology surrounding this piece of equipment, much like the term “shotcrete” for those not educated on the matter, is sometimes used incorrectly. Suppliers of compressed air tools report that “air lance” and “blow pipe” both generally indicate a non-compliant or homemade tool, while the term “safety air gun” signifies a compliant, manufactured tool. For any readers who are not under the jurisdiction of OSHA, the rationale

of this ruling is still valid regardless of where the equipment is being used. Testing existing air guns for compliance with the 30 lb/in<sup>2</sup> limit is an option, although we found it more practical to simply purchase off-the-shelf, compliant products.

Finally, it should be reinforced that the standard specifically refers to the implementation of appropriate equipment safety during operation as a condition for compliance. Specifically, there are two features which address the safety considerations - the dead-man trigger and compliance with the maximum 30 lb/in<sup>2</sup> output pressure at nozzle end.

## FEATURE: DEAD-MAN TRIGGER

There are several variations of a dead-man trigger on an air lance. All provide the same function. When the operator lets go of the trigger, air stops, similar to filling up your vehicle at a fuel station. This feature mitigates the chances of an unmanned loose air lance injury. A potentially restrictive issue we acknowledged immediately was the inability of a dead-man trigger to be throttled or volume-adjusted while working. Air lance operators are constantly adjusting the air volume during the job and an on/off handle wasn’t going to provide that function. To implement a dead man trigger and provide the desired functionality, we installed an adjustable ball valve on the compressor-side of the trigger (Fig. 3). Doing so does not affect the safety function of the dead man trigger, nor does it make the device non-compliant.



Fig. 4: Venturi nozzle and noise reducing nozzle.





Unblocked State (Normal Operation)

Blocked State

Fig. 2: Diagrama de lanza de aire aprobada cuando terminan sin salida en la boquilla



Fig. 3: Gatillo de hombre muerto con válvula de bola instalada para ajustar el volumen

embargo, la importancia del trabajo de este miembro de la tripulación a menudo puede pasarse por alto junto al llamativo boquilla, ya que el hormigón expulsa la boquilla a 80 mi/h (35 m/s). Un boquilla sin un operador de pistola de aire de seguridad que trabaja en conjunto con él durante la colocación de shotcrete simplemente no puede ser tan eficaz.

## REGULACIONES OSHA DE AIRE COMPRIMIDO

La Norma 1910.242(b) de la OSHA establece que "el aire comprimido no se utilizará para fines de limpieza, excepto cuando se reduzca a menos de 30 lb/in<sup>2</sup> (0,2 Mpa) y luego solo con protección eficaz de virutas y equipo de protección personal (PPE)".

Para aclarar aún más la norma, la presión de aire estático en la boquilla no excederá de 30 lb/in<sup>2</sup> si se termina muerto. Un ejemplo de final muerto es cuando la punta del arma se presiona contra la piel. (Foto 2) En una pistola de aire de seguridad correctamente diseñada, la salida del compresor de aire que alimenta la pistola de aire no necesita que la salida del compresor de aire se reduzca por debajo de 30 lb/in<sup>2</sup>.

Las tasas evaluadas por la OSHA para la infracción de la norma son de hasta \$12,000 por arma de aire casera en incumplimiento. Por lo tanto, es importante conocer los detalles, ya que los oficiales de seguridad pueden malinterpretar el estándar OSHA, y a veces incluso los inspectores de la OSHA. La terminología que rodea esta pieza de equipo, al igual que el término "shotcrete" para aquellos que no están educados en la materia, a veces se utiliza incorrectamente. Los proveedores de herramientas de aire comprimido infor-

man que la "lanza de aire" y la "tubería de soplado" generalmente indican una herramienta no conforme o casera, mientras que el término "arma de aire de seguridad" significa una herramienta fabricada y compatible. Para los lectores que no están bajo la jurisdicción de OSHA, la justificación de esta resolución sigue siendo válida independientemente de dónde se utilice el equipo. Probar las pistolas de aire existentes para cumplir con el límite de 30 lb/in<sup>2</sup> es una opción, aunque nos pareció más práctico simplemente comprar productos listos para usar y compatibles.

Por último, debe reforzarse que la norma se refiera específicamente a la implementación de la seguridad adecuada del equipo durante el funcionamiento como condición para el cumplimiento. Específicamente, hay dos características que abordan las consideraciones de seguridad: el disparador del hombre muerto y el cumplimiento de la presión de salida máxima de 30 lb/in<sup>2</sup> al final de la boquilla.

## CARACTERÍSTICA: DEAD-MAN TRIGGER

Hay varias variaciones de un gatillo de hombre muerto en una lanza de aire. Todos proporcionan la misma función. Cuando el operador suelta el gatillo, el aire se detiene, similar al llenado de su vehículo en una estación de combustible. Esta característica mitiga las posibilidades de una lesión no tripulada de lanza de aire suelta. Un problema potencialmente restrictivo que reconocimos inmediatamente fue la incapacidad de un disparador de hombre muerto para ser limitado o ajustado por volumen mientras se trabaja. Los operadores de lanzas de aire están ajustando constantemente el volumen de aire durante el trabajo y un mango de encendido/apagado no iba a proporcionar esa función. Para implementar un gatillo de hombre muerto y proporcionar la funcionalidad deseada, instalamos una válvula de bola ajustable en el lado del compresor del gatillo (Foto 3). Si lo hace, no afecta a la función de seguridad del gatillo del muerto, ni hace que el dispositivo no sea conforme.



Fig. 4: Boquilla Venturi y boquilla reductora de ruido



## FEATURE: 30 LB/IN<sup>2</sup> OUTPUT PRESSURE AT NOZZLE END

The use of a home-made, non-compliant air lance that does not feature a 30 lb/in<sup>2</sup> dead-end pressure release nozzle, or “venturi” nozzle, has been a common practice for years. The dangers of using home-made air lances can result in serious injury such as the exposure of open cuts to powerful compressed air, air embolisms to the skin and inner body, and in some extreme cases there have been recorded fatalities.

Utilizing an OSHA compliant nozzle that reduces the pressure to 30-lb/in<sup>2</sup> or less when pressed against the skin has two major benefits. The most important benefit is improved safety to avoid injuries. Another benefit is cost savings, as venturi nozzles are engineered to be more efficient. This is due to the orifices in the nozzle which take in outside air when being used, producing increased thrust for the air gun, and less air coming directly from the compressor, resulting in compressed air cost savings over time.

## OTHER BENEFITS OF COMPLIANT SAFETY AIR GUNS

Using OSHA-compliant safety air guns on our shotcrete projects came with some additional, unforeseen benefits. Our crews are oftentimes using air guns for 6 to 8 hours per day, so favorable ergonomics, ease of use, and handling of equipment are paramount. Workers will face less strain, thus maintaining work efficiency throughout the day. The ergonomics of safety air guns are established through comfortable trigger assemblies, as well as suitable grips for workers to hold the tool as needed in various positions as the job warrants.

Another benefit is noise reduction when using complaint air guns. We exchanged venturi nozzles with noise-reducing nozzles that lower the sound level in use from 130dB to 101dB (Fig. 4). These noise-reducing nozzles consist of a circular array of 93 raised, miniature nozzles surrounded by a safety shroud. The geometry and spacing of these “nozzettes” has been optimized to maximize air flow and reduce noise-inducing turbulence. The result is a column of high flow air that delivers superior thrust at greatly reduced noise levels. We found this as a noticeable and advantageous difference that not only improves safety measures (noise exposure), but also maintains team morale as communication and work can proceed more easily through the course of a workday.

Manufactured air guns are more durable and last longer than homemade blow pipes. The trigger valves have not needed to be replaced or fixed due to leaking air. We expect these to last years without issues when properly maintained.

Finally, we found a noticeable improvement in the care and handling of the air gun compared to the non-compliant equipment. Manufactured air guns are more refined, both physically and visually. There's now a renewed respect for this important piece of equipment on the job site. Increased efforts are taken when handling the gun when in use as well as during regular maintenance.

## SUMMARY

Habits are sometimes hard to break, but safety should always prevail. Our firm is pleased with these compliant, and yes, even improved safety air guns we've purchased for our crews (Fig. 4). Compliant air guns come at a higher cost compared to those that we as an industry have been accustomed to. However, they are a worthy investment, and one that not only has a significant impact on the quality of your work, but also on the safety of your employees and those around them. In summary, supply your crews with manufactured, guaranteed compliant safety air guns. Furthermore, educate your team about the dangers of homemade air guns or the manipulation of safety air guns, as part of your regular safety meetings.



**Yann Curtis**, Vice President of CCP Shotcrete based in Austin, Texas, leads business development efforts and serves as Preconstruction Project Manager. Curtis frequently educates engineers, contractors, and project owners on shotcrete as a valuable alternative to cast concrete. Curtis is an ACI Certified wet mix nozzleman in the vertical and overhead positions who places a priority on being active in the field during technical projects. Curtis also serves as Vice President of SPA Skateparks, a design-build firm of poured in place skateparks for municipalities.



**Jordan Kozub**, Business Development Representative at Guardair Corporation based in Chicopee, MA, specializes in safety air gun OSHA compliance and has served as a safety consultant for companies across North America. Kozub has also created and implemented air gun safety procedures for corporate safety teams of numerous Fortune 500 Companies. Jordan spends most of his time in the field doing hands-on training and simulated OSHA audits, where he educates teams on safety and cost-saving alternatives.

## CARACTERÍSTICA: 30 LB/IN<sup>2</sup> PRESIÓN DE SALIDA AL FINAL DE LA BOQUILLA

El uso de una lanza de aire casera no conforme que no cuenta con una boquilla de liberación de presión de 30 lb/in<sup>2</sup>, o boquilla "venturi", ha sido una práctica común durante años. Los peligros del uso de lanzas de aire caseras pueden resultar en lesiones graves como la exposición de cortes abiertos al aire comprimido potente, embolias de aire en la piel y el cuerpo interno, y en algunos casos extremos se han registrado muertes.

El uso de una boquilla compatible con OSHA que reduce la presión a 30 lb/in<sup>2</sup> o menos cuando se presiona contra la piel tiene dos beneficios principales. El beneficio más importante es la mejora de la seguridad para evitar lesiones. Otro beneficio es el ahorro de costos, ya que las boquillas venturi están diseñadas para ser más eficientes. Esto se debe a los orificios de la boquilla que toman aire exterior cuando se utilizan, produciendo un mayor empuje para la pistola de aire, y menos aire proveniente directamente del compresor, lo que resulta en ahorros de costos de aire comprimido con el tiempo.

## OTROS BENEFICIOS DE LAS PISTOLAS DE AIRE DE SEGURIDAD CONFORMES

El uso de pistolas de aire de seguridad compatibles con OSHA en nuestros proyectos de shotcretes vino con algunos beneficios adicionales e imprevistos. Nuestras tripulaciones a menudo utilizan pistolas de aire durante 6 a 8 horas al día, por lo que la ergonomía favorable, la facilidad de uso y el manejo del equipo son primordiales. Los trabajadores se enfrentarán a menos tensión, manteniendo así la eficiencia del trabajo durante todo el día. La ergonomía de los cañones de aire de seguridad se establece a través de cómodos conjuntos de gatillo, así como agarres adecuados para que los trabajadores mantengan la herramienta según sea necesario en varios puestos como lo garantiza el trabajo.

Otro beneficio es la reducción de ruido cuando se utilizan pistolas de aire de queja. Intercambiamos boquillas venturi con boquillas reductoras de ruido que reducen el nivel de sonido en uso de 130dB a 101dB (Foto 4). Estas boquillas reductoras de ruido consisten en una matriz circular de 93 boquillas en miniatura elevadas rodeadas por una cubierta de seguridad. La geometría y el espaciado de estas "boquillas" se han optimizado para maximizar el flujo de aire y reducir la turbulencia que induce ruido. El resultado es una columna de aire de alto flujo que ofrece un empuje superior a niveles de ruido muy reducidos. Encontramos esto como una diferencia notable y ventajosa que no sólo mejora las medidas de seguridad (exposición al ruido), sino que también mantiene la moral del equipo, ya que la comunicación y el trabajo pueden proceder más fácilmente a lo largo de una jornada laboral.

Las pistolas de aire fabricadas son más duraderas y duran más que las tuberías de soplado caseras. Las válvulas de disparo no han necesitado ser reemplazadas o fijadas debido a fugas de aire. Esperamos que estos duren años sin problemas cuando se mantengan adecuadamente.

Por último, encontramos una mejora notable en el cuidado y manejo de la pistola de aire en comparación con el equipo

no conforme. Las pistolas de aire fabricadas son más refinadas, tanto física como visualmente. Ahora hay un renovado respeto por este importante equipo en el sitio de trabajo. Se realizan mayores esfuerzos al manipular el cañón cuando se utiliza, así como durante el mantenimiento regular.

## RESUMEN

Los hábitos a veces son difíciles de romper, pero la seguridad siempre debe prevalecer. Nuestra firma está satisfecha con estas normas, y sí, incluso con pistolas de aire de seguridad mejoradas que hemos comprado para nuestras tripulaciones. Las pistolas de aire compatibles tienen un costo más alto en comparación con las que nosotros como industria estamos acostumbrados. Sin embargo, son una inversión digna, y una que no sólo tiene un impacto significativo en la calidad de su trabajo, sino también en la seguridad de sus empleados y los que los rodean. En resumen, suministre a sus tripulaciones pistolas de aire de seguridad fabricadas y garantizadas. Además, educa a tu equipo sobre los peligros de las pistolas de aire caseras o la manipulación de pistolas de aire de seguridad, como parte de tus reuniones de seguridad regulares.



**Yann Curtis**, Vicepresidente de CCP Shotcrete con sede en Austin, Texas, dirige los esfuerzos de desarrollo de negocios y sirve como Gerente de proyecto de Preconstrucción. Curtis educa frecuentemente a ingenieros, contratistas y dueños de proyectos en el concreto lanzado como una alternativa valiosa al concreto convencional.

Curtis es un nozzleman de mezcla húmeda certificado por ACI en las posiciones vertical y sobrecabeza que da prioridad a ser activo en el campo durante los proyectos técnicos. Curtis también se desempeña como Vicepresidente de SPA Skateparks, una firma de diseño-construcción de skateparks para los municipios.



**Jordan Kozub**, Representante de Desarrollo de Negocios en Guardair Corporation con sede en Chicopee, MA, se especializa en el cumplimiento de la OSHA de las armas de aire de seguridad y ha servido como consultor de seguridad para empresas en toda América del Norte. Kozub también ha creado e implementado proced-

imientos de seguridad de lanzas de aire para equipos de seguridad corporativos de numerosas compañías Fortune 500. Jordan pasa la mayor parte de su tiempo en el campo haciendo entrenamiento práctico y simulando auditorías de OSHA, donde educa a los equipos en seguridad y alternativas que ahorran costos.