

BRENNER

VERONA

HIGH -SPEED RAILWAY

ANDREA

BASE TUNNEL

-INNSBRUCK

BOTTO

Sotto il passo del Brennero si sta costruendo quello che un giorno diverrà il collegamento ferroviario sotterraneo ad alta velocità più lungo al mondo: la Galleria di base del Brennero. Il progetto fa parte della rete trans-europea di trasporto TEN-T, soprannominata «la metropolitana d'Europa», e più precisamente del corridoio Scandinavo-Mediterraneo. Il lotto «Mules 2-3» è stato avviato a settembre nel 2016 ed è il più esteso della galleria: comprende oltre 17 dei 64 chilometri della linea ferroviaria che correrà sotto le Alpi.

Una volta terminata la nuova linea dell'alta velocità, il tempo necessario ad attraversare il Brennero si ridurrà ad un terzo della durata attuale. Concluso il lotto «Mules 2-3», tutti i lavori della galleria in territorio italiano saranno completati, unendo l'Italia e l'Austria. La maggior parte dello scavo è eseguito da tre Tunnel Boring Machine (TBM), macchine in grado di scavare gallerie in modo meccanizzato e in totale sicurezza. Le TBM, comunemente chiamate «talpe», scavano la roccia con una testa fresante rotante dotata di dischi taglienti, rimuovono il materiale di scavo e mettono in sicurezza il cavo appena realizzato con la posa di conci prefabbricati.

Le talpe sono state battezzate, come da tradizione, con nomi femminili e scaveranno complessivamente 42 chilometri di gallerie. La più piccola delle tre, Serena, del diametro di 6,85 metri, è partita per prima per scavare un tunnel esplorativo e analizzare le condizioni del suolo. Le due TBM principali, Flavia e Virginia, entrambe del diametro di 10,71 metri, stanno scavando in parallelo i due tunnel delle future linee ferroviarie.

Inoltre, circa 20 chilometri di tunnel sono scavati con il metodo tradizionale, ovvero utilizzando esplosivi. Le fasi dello scavo tradizionale sono consequenziali

Being built under the Brenner Pass is what will one day become the longest high-speed underground rail link in the world: the Brenner Base Tunnel. The project is part of the Trans-European transport network TEN-T, nicknamed “the European underground”, and more precisely of the Scandinavian-Mediterranean corridor. The “Mules 2-3” section was started in September 2016 and it is the tunnel’s longest one: it includes over 17 of the 64 kilometres of the railway line that will run beneath the Alps.

Once the new high-speed line has been completed, the time needed to cross the Brenner will be down to a third of the current travelling time. Once the “Mules 2-3” section has been finished, all the work on the tunnel in Italian territory will have been completed, joining Italy with Austria.

Most of the excavation has been carried out by three Tunnel Boring Machines (TBM). These machines are capable of excavating tunnels in a mechanized way and in complete safety. The TBMs, commonly known as “moles”, excavate the rock with a rotating cutting wheel equipped with cutters. These remove the excavated material, and line the tunnel that was just made by installing prefabricated segments.

In line with tradition, the moles were given the names of women, and they will excavate a total of 42 kilometres of tunnels. The smallest of the three, Serena, with a diameter of 6.85 metres, set out first to excavate an exploratory tunnel and analyse the ground conditions. The two main TBMs, Flavia and Virginia, both 10.71 metres in diameter, are excavating in parallel the two tunnels of the future railway lines. In addition, about 20 kilometres of tunnel are excavated using the traditional method, that is, with explosives. The phases of the traditional excavation are consequential and start with the boring of the

e iniziano con la perforazione dei fori sul fronte di scavo. Una volta ultimati, i fori sono riempiti di esplosivo. Eseguendo il borraggio foro per foro, le cariche esplosive vengono collegate tra loro tramite micce detonanti. Con il brillamento, attivato dal fuochino tramite un detonatore, parte la deflagrazione dalla rinora fino ai fori periferici.

Durante la realizzazione del lotto Mules 2–3 saranno estratti più di 6 milioni di metri cubi di materiale di scavo, dei quali circa il 30% potrà essere riutilizzato virtuosamente come inerte per il calcestruzzo di cantiere. Il materiale inerte viene trasportato allo stabilimento di Hinterrigger, dove si trova la fabbrica di conci, attraverso un sistema di nastri trasportatori lungo oltre 80 chilometri: questo al fine di ridurre l'impatto sulla viabilità ordinaria e sull'ambiente circostante.

Esistono 7 differenti aree di cantiere distribuite per circa 20 chilometri sulla superficie del valico. Una ventina di treni di servizio, su più di 100 chilometri di linea ferroviaria, sono stati predisposti per consentire ai 1000 operai di raggiungere il fronte di scavo in poco meno di un'ora.

Lo scavo sotto le Alpi, con coperture che arrivano a 1.500 metri, è particolarmente complesso: la galleria viene scavata attraverso le filladi di quarzo, gli scisti e lo gneiss. Il lavoro si estende inoltre attraverso zone di faglia fortemente spingenti, soggette ad altissime pressioni dell'acqua di falda, in condizioni geologiche ed idrogeologiche particolarmente sfidanti.

La Galleria di base del Brennero è senza dubbio un'opera che entrerà nella letteratura degli scavi a livello mondiale grazie alle soluzioni tecniche e alle innovazioni adottate ed avrà un ruolo centrale nella mobilità europea.

MOLTI FUOCHI ARDONO SOTTO IL SUOLO. Una conversazione tra Andrea Botto e Alessandro Dandini de Sylva

AD Il titolo scelto per questa conversazione arriva da lontano. È il frammento 40 del *Poema Fisico* di Empedocle: «Molti fuochi ardono sotto il suolo». Una frase incompleta in cui possono ritrovarsi e riconoscersi tutte le suggestioni presenti nel tuo lavoro al Brenner Base Tunnel. Empedocle aveva fatto dell'Etna il suo ultimo esperimento. Tu hai fatto dello scavo con esplosivo in galleria un'inedita serie di esperimenti visivi.

AB Hai ragione ed è una citazione bellissima di cui ti ringrazio. La prima volta che ne abbiamo parlato, l'avevi ripresa dal titolo di una raccolta di saggi di Marcello Carapezza¹, chimico, geologo e vulcanologo siciliano. Non è un caso quindi la relazione con Empedocle, filosofo, medico e studioso dei fenomeni naturali vissuto in Sicilia nel V secolo a.C. Tra le molte leggende sul suo conto, a noi interessa quella legata alla sua morte, avvenuta sull'Etna dove si era trasferito

holes on the excavation front. Once finished, the holes are filled with explosives. By carrying out the tamping hole by hole, detonators are applied to the explosive charges, connected to each other via detonating fuses. With the blasting, triggered by a small fire featuring a detonator, the combustion is set off from as far as the peripheral holes.

While building the "Mules 2–3" section, over 6 million cubic metres of excavation material will be extracted, 30% of which can be reused virtuously as aggregate for making building site concrete. The aggregate is transported to the Hinterrigger plant, where the castings factory is located, via a system of conveyor belts 80 kilometres long: this helps to reduce the impact on the roads and the surrounding environment. There are 7 different buildings sites spread out across some 20 kilometres on the surface of the mountain pass. Some twenty service trains, over more than 100 kilometres of railway line, have been set up to allow the 1,000 workers to reach the excavation front in just under an hour.

The excavation beneath the Alps with covers that reach up to 1,500 metres is particularly complex: the tunnel is excavated through the quartz phyllites, the shales, and the gneiss. The work also stretches across very high-pressure strata, subject to very high aquifer pressure, in extremely challenging geological and hydrogeological conditions.

The Brenner Base Tunnel is undoubtedly a work that will enter the literature of excavations at an international level thanks to the technical solutions and the innovations adopted and will play a key role in European mobility.

MANY FIRES BURN BELOW THE SURFACE. Andrea Botto and Alessandro Dandini de Sylva in Conversation

AD The title chosen for this conversation comes from afar. It is fragment no. 40 from Empedocles' *Physical Poem*: "Many fires burn below the surface". An open-ended sentence in which we can find and recognize all the ideas that are present in your work on the Brenner Base Tunnel. Empedocles chose Mount Etna for his final experiment. You turned the blasting excavation in a tunnel into a unique series of visual experiments.

AB You're right, and it's a beautiful quote, for which I thank you. The first time we talked about it, you had taken it from the title of a collection of essays by Marcello Carapezza¹, Sicilian chemist, geologist, and volcanologist. Hence, the relationship with Empedocles, philosopher, physician, and scholar of natural phenomena who lived in Sicily in the fifth century BC should come as no surprise. Among the many legends about him we are interested in the one having to do with his death, which took place on Mount Etna, where he had gone to study volcanic phenomena from close up. The historian Diogenes

per studiare da vicino i fenomeni vulcanici. Riferisce lo storico Diogene Laerzio che Empedocle si getta a capofitto nel cratere, convinto della sua immortalità, ma è tradito dal vulcano che pochi giorni dopo erutta uno dei suoi sandali in bronzo. Questo desiderio ancestrale di controllare gli elementi mi riporta non solo al mio lavoro d'artista, ma anche a un altro fatto di cronaca. È il 1983 e un'eruzione dell'Etna provoca una grande colata lavica che minaccia il paese di Nicolosi. I vulcanologi Marcello Carapezza e Franco Barberi propongono di deviare il corso della lava usando delle cariche esplosive e coinvolgono l'ingegnere minerario svedese Lennart Abersten.

Il 14 maggio 1983 un'esplosione rompe l'argine e devia parte della lava in un canale artificiale. L'ardito intervento, mai tentato prima, dimostra la bontà dell'intuizione,² e il metodo sarà adottato anche in altri Paesi. Il mio lavoro al Brenner Base Tunnel dà conto di una serie di tentativi, frutto di elaborazioni maturate negli anni, per arrivare a realizzare un'immagine mai fatta prima, la fotografia di una «volata» in galleria, che limitazioni tecniche, logistiche e di sicurezza rendevano praticamente impossibile.

AD Le immagini nel libro appaiono come il resoconto di un'azione performativa. Il fochino, detto anche brillatore di mine, mette in scena una lunga successione di attività preparatorie (dal tracciamento e caricamento dei fori da mina fino al collegamento delle cariche al detonatore) che culminano con la spettacolare esplosione del fronte di scavo.

AB Il rapporto fochino/fotografo è alla base della mia ultradecennale ricerca sull'uso degli esplosivi. Il libro *KA-BOOM. The Explosion of Landscape*³ è concepito come un immaginario manuale di esplosivistica, dove è analizzata la stretta relazione che esiste tra fotografia ed esplosivo, a cominciare dalla chimica attraverso il nitrato, proseguendo con la parallela evoluzione industriale e tecnologica, fino alle implicazioni filosofico-concettuali sul tempo, sulla casualità e sull'irreversibilità di un processo che una volta innescato non può essere fermato e che porta con sé diversi livelli di rischio. *KA-BOOM* mi ha insegnato che la parte più significativa e interessante del lavoro (del fochino e del fotografo) è l'attesa, quel tempo in cui ci si prepara all'evento, fatto di lunghe attività spesso ripetitive dove è richiesta grande concentrazione. Ogni operazione diventa rilevante perché necessaria al raggiungimento dell'acme⁴ finale. Il mio però non è assolutamente un intento narrativo o documentario, anzi è piuttosto la necessità di restituire una dimensione performativa oltre che genealogica del mio lavoro, anche quando il soggetto dell'immagine non sono io.

AD I riferimenti al mito di Prometeo sono presenti: dal gigante, dal suo corpo e dalle sue viscere nasce il fuoco. L'ordine naturale e l'assetto della natura vengono così stravolte, le fenditure che si aprono nella

Laërtius recounted how Empedocles threw himself into the crater, convinced that he was immortal, but was betrayed by the volcano that a few days later spewed out one of his bronze sandals. This ancestral desire to control the elements does not just take me back to my work as an artist, but it also reminds me of another news item. It was 1983 and the eruption of Mount Etna provoked a great flow of lava that threatened the town of Nicolosi. The volcanologists Marcello Carapezza and Franco Barberi suggested using explosives to deviate the flow of the lava's course, and they involved the Swedish mining engineer Lennart Abersten in their plan. On 14 May 1983 an explosion broke the banks and deviated a part of the lava into an artificial canal. This daring intervention, which had never been done before, proved that their insight was good², and the method began to be used in other countries as well. My work at the Brenner Base Tunnel bears witness to a series of attempts, the fruit of ideas that have been developed over the years, to achieve an image that had never been seen before, the photograph of a "blast" in the tunnel that technical, logistic, and safety requirements made practically impossible.

AD The images in the book are the account of a performative action. The shotfirer stages a long sequence of preparatory activities (from the tracing to the loading of the shot to the connecting of the detonator charges), which culminate in the spectacular explosion of the front of the excavation.

AB The shotfirer/photographer relationship is based on my over ten years of research into the use of explosives. The book *KA-BOOM. The Explosion of Landscape*³ is conceived as a fictional handbook on blasting theory and practice, in which the close relationship between photography and explosives is analyzed, starting from the chemistry and specifically the nitrate, continuing with the parallel industrial and technological evolution, all the way to the philosophical and conceptual implications with regards to time, to the randomness and irreversibility of a process that once it is triggered cannot be stopped and that brings with it several levels of risk. *KA-BOOM* taught me that the most significant and interesting part of the work (of the shotfirer and the photographer) is the wait, the time during which the event is prepared, comprising long activities that are often repetitive in which the greatest amount of concentration is required. Each operation becomes relevant because it is needed to achieve the ultimate Acme.⁴ However, my aim is not at all to tell a story or to document; rather, it is based on the need to express the performative as well as genealogical dimension of my work, even when I am not the subject of the image.

AD The references to the myth of Prometheus are all there: fire is born from the giant, from his body and from his bowels. The natural order and Nature's

crosta terrestre mettono in comunicazione il mondo superiore con il mondo sotterraneo.

AB Quando nel 1925 il teorico tedesco Siegfried Kracauer fa visita all'amico architetto Gilbert Clavel a Positano, rimane stupito e quasi terrorizzato. Clavel sta realizzando la sua abitazione scavando la roccia con la dinamite e usando il materiale di risulta per ristrutturare la Torre di Fornillo in rovina. Scava in profondità per costruire all'esterno la sua piramide tronca, sottrae materiali ed energie alle viscere della terra per innalzarsi verso il cielo e gli dei. Le esplosioni di Clavel sono il metodo più adeguato per confrontarsi con le forze ctonie, per squarciare la terra e mettere in comunicazione il mondo superiore con quello sotterraneo. È un movimento pendolare che ho ritrovato come modello produttivo anche nel mio viaggio all'interno del Brenner Base Tunnel, in cui la montagna viene scavata e parte dello smarino ritorna nello stesso luogo sotto forma di spritzbeton o nei moduli di cemento armato assemblati che compongono la volta del tunnel ferroviario.

AD La documentazione delle detonazioni cela al suo interno un'ulteriore sequenza di immagini che mostra i diversi tentativi, falliti e riusciti, di registrare il lampo esplosivo di una canna di fucile dal suo interno. Il racconto si intreccia con il meta-racconto e lo specchio, che appare immediatamente prima e dopo l'accensione delle cariche, ci mostra un soggetto diverso che qui non è tanto la cosa rappresentata, quanto colui che la guarda.

AB La metafora della canna del fucile è assolutamente calzante rispetto alle volate in galleria. Quando avviene l'esplosione del fronte, il boato è assordante ma quello che più impressiona è lo spostamento d'aria che risale il tunnel cercando una via d'uscita. Mi sono quindi posto il problema di come piazzare vicino al fronte e proteggere dalle proiezioni di materiali la macchina fotografica, e inizialmente ho usato l'espedito dello specchio, un metodo impiegato per riprendere le esplosioni nucleari. Azionata a distanza, la camera registra la traccia della miccia detonante, che funziona come un lampo nel buio. Attraverso quelle immagini potremmo ritornare di nuovo alla mitologia, oppure alludere alla capacità della fotografia di essere allo stesso tempo finestra e specchio. Nel corso degli anni ho reso sempre più manifesto il processo che porta alla realizzazione dell'opera finale, traducendolo in opera esso stesso. Ma, come ho detto, qui volevo andare oltre e riuscire a fare una fotografia (non un frame da video) di una volata in galleria al buio. Le fasi che rivelano i difetti sono forse più importanti di quelle che seguono una caratterizzazione prevista, perché permettono l'elaborazione progressiva di un metodo. Ovviamente non svelerò tutti i dettagli tecnici, ma posso dire che l'esperimento è riuscito applicando alla fotografia alcuni principi di esplosivistica e viceversa.

equilibrium are thus overturned. The cracks that open up in the Earth's crust create the communication between the world above and the world below.

AB When in 1925 the German theorist Siegfried Kracauer visited his friend the architect Gilbert Clavel in Positano, he was astonished and almost terrified. Clavel was building his home by using dynamite to excavate the rock, and using the debris to restructure the Tower of Fornillo ruin. He was digging into the depths to build his truncated pyramid on the outside, he subtracted materials and energy from the bowels of the Earth in order to elevate himself towards the sky and the gods. Clavel's explosions are the most suitable method to come to terms with chthonic forces, to make a breach in the Earth and to connect the world above ground with the one underground. It is a pendular movement that I found to be a productive model in my journey into the Brenner Base Tunnel as well, where the mountain is excavated and part of the debris returns to the same place in the form of spritzbeton, or in the reinforced concrete models that make up the vault of the railway tunnel.

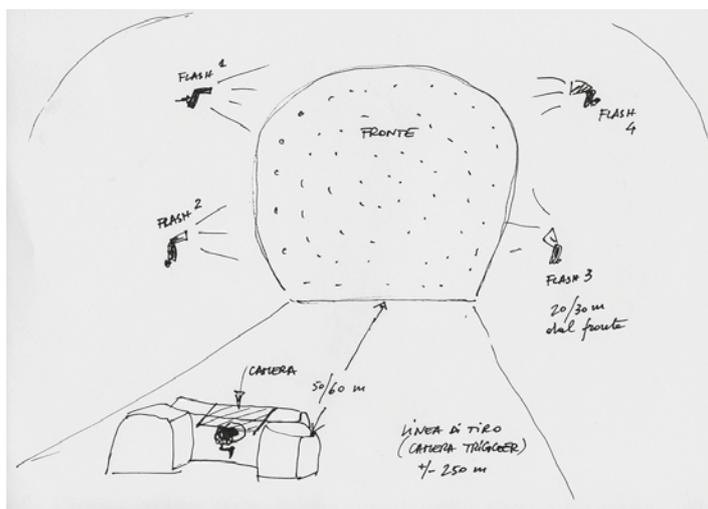
AD The documentation of the detonations hides within a further sequence of images that shows the different attempts, both failed and successful, to record the explosive flash that comes from the inside of a gun barrel. The story is interwoven with the meta-story, and the mirror, which appears immediately before and after the fuses are lit, shows us a different subject, which here is not so much the thing that is represented, as much as the person looking at that same thing.

AB The metaphor of the gun barrel is absolutely spot on with respect to the blasts in the tunnel. When the explosions of the front occurs, the noise is deafening, but what is most impressive is the way the air shifts, moving through the tunnel, trying to find a way out. I wondered how to place the camera close to the front and protect it from the spewing of the materials, and at first I used the expedient of the mirror, a method that is used to record nuclear explosions. Activated at a distance, the camera records the track of the detonating fuse, which serves as a flash in the dark. Through those images we can return again to mythology, or allude to photography's ability to be both a window and a mirror. Over the course of the years, I have always made the process that leads to the realization of the final work manifest, translating it into a work in itself. However, as I said before, here I wanted to go beyond and try to take a picture (not a video frame) of a blast in a tunnel in the dark. The phases that reveal the defects are perhaps more important than the ones that follow a planned characterization, because they allow for the gradual elaboration of a method. Obviously, I will not reveal all the technical details, but I can say that the experiment was successful thanks to the application

AD Ad ogni volata corrispondeva un nuovo esperimento, un'occasione per avvicinarsi all'immagine ambita, perfezionando di volta in volta la posizione e i tempi di scatto sia della macchina fotografica sia delle luci artificiali ancorate sulle pareti laterali della galleria. Tuttavia, nonostante i numerosi tentativi e le diverse condizioni create per controllare tutte le variabili in gioco, ogni scatto ha conservato nel suo esito una certa dose d'incertezza.

AB C'è sicuramente una componente irrazionale nel voler avere controllo su un processo che mantiene qualche grado di casualità e indeterminazione,⁵ ma ciò che sorregge l'esperimento è la struttura progettuale e la pre-visione del risultato finale, tipiche anche del pensiero fotografico. Quel che mi interessa sono anche le potenzialità plastiche e scultoree dell'immagine nel restituire l'esplosione come opera effimera di modificazione dello spazio. Il tutto non sarebbe mai stato possibile senza la grande disponibilità di Ghella e delle persone straordinarie che hanno assecondato ogni mia richiesta, a cominciare dalla costruzione di un rifugio in cemento armato per proteggere la macchina fotografica. Penso che i risultati ottenuti siano motivo di soddisfazione anche per loro.

- 1 Marcello Carapezza, *Molti fuochi ardono sotto il suolo. Di terremoti, vulcani e statue*, Sellerio, Palermo 2017.
- 2 Un dettagliato reportage sulla vicenda è disponibile online all'indirizzo www.youtube.com/watch?v=IdbdsJOe_nY (ultima consultazione giugno 2020).
- 3 Andrea Botto, *KA-BOOM. The Explosion of Landscape*, Bessard, Paris 2017.
- 4 Acme Corporation è il nome della fantomatica ditta da cui acquista le sue strampalate invenzioni Wile E. Coyote.
- 5 Secondo il principio di indeterminazione di Heisenberg, che stabilisce i limiti delle misurazioni in un sistema fisico, l'atto stesso dell'osservazione modifica gli oggetti osservati.



Andrea Botto, schema posizionamento del rifugio per la fotocamera e delle luci sul coronamento / illustration showing the position of the shelter for the camera and of the lighting for the crown

to photography of several principles of blasting theory and vice versa.

AD Each blast corresponded to a new experiment, a chance to come close to the image that you wanted, each time perfecting the position and the timing of both the camera and the artificial lights anchored to the side walls of the tunnel. Nonetheless, in spite of the numerous attempts made and the different conditions created to check the variables involved, each shot preserved, in its outcome, a certain dose of uncertainty.

AB There is no doubt an irrational component in trying to control a process that maintains a certain amount of randomness and uncertainty,⁵ but what upholds the experiment is the design structure and the pre-vision of the final results, which are also typical of photographic thinking. What I am also interested in is the plastic and sculptural potential of the image in expressing the explosion as an ephemeral work on the modification of space. None of this would have been possible without Ghella's generosity and that of the extraordinary people who satisfied my request, starting from the building of a reinforced concrete shelter for my camera. I think that the results achieved are a cause for satisfaction for them as well.

- 1 Marcello Carapezza, *Molti fuochi ardono sotto il suolo. Di terremoti, vulcani e statue* (Palermo: Sellerio, 2017).
- 2 A detailed report on the matter is available at www.youtube.com/watch?v=IdbdsJOe_nY (last access June 2020).
- 3 Andrea Botto, *KA-BOOM. The Explosion of Landscape* (Paris: Bessard, 2017).
- 4 Acme Corporation is the name of the fictitious company that Wile E. Coyote buys his crazy inventions from.
- 5 According to Heisenberg's uncertainty principle, which established the limits of the measurements of a physical system, the very act of the observation modifies the objects observed.



Andrea Botto, lastra di proiezione della fotocamera con i segni delle proiezioni della volata / sheet protecting the camera with the signs of the blast debris ejection