

**SGC Grosseto Fano (E78).  
Tratto Nodo di Arezzo (S. Zeno) - Selci Lama (E45).  
Adeguamento a 4 corsie del tratto Le Ville - Selci Lama (E45).  
Lotto 7.**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PG 364**

**ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

<b>IL GEOLOGO</b> <i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069	<b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b> <i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111	<b>PROGETTAZIONE ATI:</b> (Mandataria) <b>GP INGENGERIA</b> <i>GESTIONE PROGETTI INGENGERIA srl</i> (Mandante)  (Mandante)  (Mandante)  <i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i>
<b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b> <i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270	INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI ROMA Sezione A N° 4657 Dott. Ingegnere <b>MORENO PANFILI</b> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657	
<b>L'ARCHEOLOGO</b> <i>Dott.ssa Maria Grazia Liseno</i> Elenco MIBACT n. 1646	SETTORE CIVILE E AMBIENTALE SETTORE INDUSTRIALE SETTORE DELL'INFORMATICA Dott. Ingegnere <b>Claudio Muller</b> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15754	
<b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b> <i>Ing. Michele Consumini</i>	<i>Ing. Giovanni Suraci</i> Ordine Ingegneri Provincia di RC n. A2895	
<b>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</b> <i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i>	<i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629	<b>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</b> Dott. Ing. <b>GIORGIO GUIDUCCI</b> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035 

**BONIFICA ORDIGNI BELLICI**

Relazione

<b>CODICE PROGETTO</b>			<b>NOME FILE</b>		<b>REVISIONE</b>	<b>SCALA</b>
COMP.	PROGETTO	LIV. ANNO N.PROG.	T00SI00CANRE01A			
DP	LO702G	D2110	T00SI00CANRE01		A	-
D						
C						
B						
A	Emissione		Marzo '24	Salvi	Panfili	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. BONIFICA ORDIGNI BELLICI.....</b>	<b>4</b>
3.1. ANALISI BALISTICA .....	4
3.1.1. Angolo d'ingresso.....	4
3.1.2. Traiettoria orizzontale.....	4
3.1.3. Capacità di penetrazione.....	4
3.2. TAGLIO DELLA VEGETAZIONE .....	6
3.1. BONIFICA SUPERFICIALE.....	7
3.2. BONIFICA PROFONDA .....	8
<b>4. ELABORATI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>10</b>
<b>5. AREE DI INTERVENTO.....</b>	<b>10</b>
<b>6. PROCEDURE TECNICO - AMMINISTRATIVE.....</b>	<b>10</b>
<b>7. MISURE DI SICUREZZA .....</b>	<b>12</b>
<b>8. ANALISI DI RISCHIO PRELIMINARE .....</b>	<b>12</b>
8.1. OBIETTIVI.....	12
8.2. ANALISI STORIOGRAFICA .....	13
8.2.1. Cenni storici .....	13
8.2.2. Attività bellica documentata.....	15
8.2.3. Documentazione fotografica.....	17
8.3. RITROVAMENTO E BRILLAMENTO ORDIGNI BELLICI .....	29
8.4. MATRICE DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO .....	29
8.5. CONCLUSIONI .....	32
<b>9. STIMA DEI COSTI DELLE ATTIVITÀ DI BONIFICA .....</b>	<b>33</b>

## 1. PREMESSA

L'intervento in progetto si inserisce nella rete della mobilità nazionale come parte integrante dell'itinerario Trasversale E78 Grosseto – Fano, che svolge la funzione strategica di colmare la carenza infrastrutturale nei collegamenti trasversali trans-appenninici della penisola, nel settore centro-settentrionale. La sua importanza in tal senso è sancita dal Piano Generale dei Trasporti e della Logistica e dalla Legge Obiettivo ed è confermata dagli strumenti di pianificazione settoriale (ANAS) e regionali. L'itinerario E78 costituisce uno dei più importanti collegamenti trasversali tra i corridoi longitudinali tirrenico ed adriatico (è detta infatti l'autostrada dei due Mari).

In particolare, l'intervento prevede la realizzazione di una strada cat. B – D.M. 05.11.2001 di sviluppo pari a circa 12,5 km nel tratto compreso tra Le Ville di Monterchi e Selci - Lama. Il tratto in esame ricade in maggior parte nella Regione Toscana, specificamente nella Provincia e nel Comune di Arezzo mentre nel tratto finale ricade nella Regione Umbria, nello specifico nella provincia di Perugia.

Il progetto si inserisce nel quadro di interventi di “completamento e adeguamento a quattro corsie della “S.G.C. Grosseto-Fano”, infrastruttura di collegamento trasversale tra le aree del versante tirrenico dell'Appennino e quelle del versante adriatico.

In tale quadro il progetto può essere considerato come parte funzionale di completamento dell'adeguamento della “Due mari” nell'intero tratto Le Fabbriche – Selci – Lama (E45) realizzando quindi un importante collegamento trasversale con la E45 mediante una strada a carreggiate separate in luogo della S.S.73 esistente la quale presenta in ampi tratti caratteristiche proprie di una strada urbana piuttosto che di un'infrastruttura di collegamento interregionale.

L'itinerario E78 precedentemente descritto fa parte della rete TEN-T.



Figura 1.1 - Individuazione del tracciato nel contesto territoriale (elaborazione su base Google Maps)

## **2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

Le attività di indagine per il rinvenimento degli ordigni inesplosi durante la realizzazione di scavi sono state a lungo lasciate allo spirito di iniziativa dei soggetti interessati. Solo nel 2012, come già detto nel paragrafo precedente, tali attività sono state disciplinate dal punto di vista della sicurezza sul lavoro, con la promulgazione, da parte del Parlamento, della Legge 1° ottobre 2012, n. 177 recante *“Modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di sicurezza sul lavoro per la bonifica degli ordigni bellici”* (G.U. n. 244 del 18 ottobre 2012).

Dal 26 giugno 2016, con l'entrata in vigore di tutte le modifiche al testo unico sulla sicurezza, introdotte con la citata Legge 177, i principali riferimenti normativi in tema di bonifica degli ordigni bellici sono diventati i seguenti articoli del D.Lgs 81/08:

- art. 28 comma 1 ( *Oggetto della valutazione dei rischi*);
- art. 91 ( *Obblighi del coordinatore per la progettazione*);
- art. 100 comma 1 ( *Piano di Sicurezza e Coordinamento*)
- art. 104 - ( *Modalità attuative di particolari obblighi*)
- allegato XI ( *Elenco dei lavori comportanti rischi particolari per i lavoratori*)
- allegato XV 2.2.3. ( *Contenuti del piano di sicurezza e coordinamento*)

Le modifiche all'81/08, espresse a mezzo dei già menzionati articoli, apportano sostanzialmente le seguenti novità:

- a) Obbligo diretto a carico del CSP (Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione) di eseguire la valutazione del rischio di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi e valutazione del rischio di esplosione derivante dall'innescamento accidentale di un ordigno bellico inesplosivo rinvenuto durante le attività di scavo;
- b) Definizione da parte del Ministero della Difesa di direttive tecniche;
- c) Predisposizione da parte del Ministero Difesa di un nuovo sistema di qualificazione per imprese specializzate nella bonifica bellica (in sostituzione dell'ex Albo A. F. A., oggi soppresso).

A tali riferimenti bisogna affiancare, per la bonifica delle aree di scavo dagli ordigni bellici, le direttive GEN-BST-001 e GEN-BSS 001 Ed. 2017 della Direzione dei Lavori e del Demanio, che definiscono i procedimenti tecnico-amministrativi inerenti *“il rilascio del parere vincolante, la sorveglianza, la verifica di conformità relativi al servizio di bonifica bellica sistematica terrestre e subacquea da ordigni esplosivi residuati bellici eseguita, a scopo precauzionale, da soggetti interessati a norma dell'art. 22 del D.Lgs. 15 marzo 2010 n.66 – come modificato dal D.Lgs. 24 febbraio 2012 n.20”*.

Per l'identificazione e la qualificazione delle imprese specializzate in b.o.b. il riferimento normativo è ad oggi il D.M. 11/05/2015, n.82 *“Regolamento per la definizione dei criteri per l'accertamento dell'idoneità delle imprese ai fini dell'iscrizione all'albo delle imprese specializzate in bonifiche da ordigni inesplosivi residuati bellici, ai sensi dell'art.1 c.2 della legge 177/2011”*.

Si ricorda, inoltre, sempre a titolo indicativo e non esaustivo, la Direttiva Tecnica Bonifica Bellica Sistematica Terrestre- GEN –BST 001, edizione 2020, approvata il 20.05.2020 dal Ministero della Difesa.

La valutazione del rischio inerente alla presenza di ordigni bellici inesplosi deve intendersi riferita alle attività di scavo, di qualsiasi profondità e tipologia, come espressamente previsto dall'art.284, del D.lgs. n. 81/2008, rientranti nel campo di applicazione del titolo IV del citato decreto.

### 3. BONIFICA ORDIGNI BELLICI

#### 3.1. ANALISI BALISTICA

Si procede ad analizzare alcuni elementi relativi alla balistica, ramo della fisica meccanica che studia il moto di un proiettile e che permette di stimare la quota media di potenziale rinvenimento di un ordigno bellico inesplosivo (proiettile grosso calibro e/o bomba d'aereo), tenendo in debita considerazione la necessità di rapportare il dato oggetto di studio al piano di campagna presente nel periodo bellico in esame. Detto periodo coincide, nel caso specifico, con quello della Seconda guerra mondiale.

In termini di balistica esistono tre i fattori principali che determinano la localizzazione di bombe d'aereo inesplosive e/o proiettili di grosso calibro presenti nel sottosuolo, di seguito descritti.

##### 3.1.1. ANGOLO D'INGRESSO

L'angolo d'ingresso necessita di una testimonianza oculare sulla direzione del bombardamento o quella del fuoco, al fine di avere un primo indizio stimare l'angolo di incidenza dell'ordigno rispetto al terreno. Si tenga conto a questo proposito che bombe d'aereo sganciate da un'altitudine fino a 10.000 metri normalmente entrano con un'incidenza che varia da 70° a 80°, mentre bombe sganciate da bassa quota hanno un angolo d'incidenza di circa 40°.

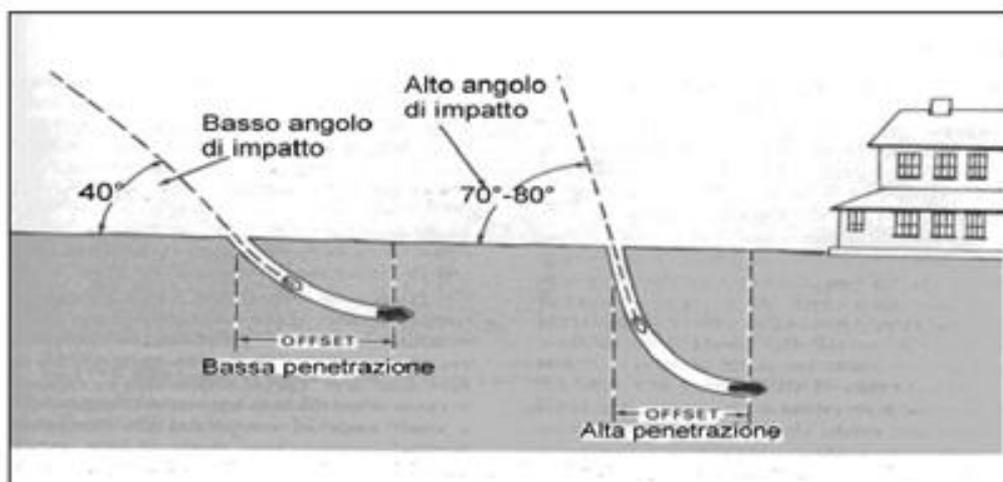


Figura 3.1 – Rappresentazione dell'angolo di ingresso

##### 3.1.2. TRAIETTORIA ORIZZONTALE

La traiettoria orizzontale rappresenta la distanza (offset) misurata dal centro del foro d'ingresso della bomba d'aereo, o proiettile inesplosivo, al centro dell'ordigno bellico posizionato ed interrato. Tale misura corrisponde a circa un terzo della profondità di penetrazione. Nella maggior parte dei casi la traiettoria sotterranea percorsa dall'ordigno residuo bellico tende a salire verso la superficie, prima che questo si arresti. Ordigni residui bellici di forma lunga e sottile hanno la tendenza a risalire in misura minore rispetto ad ordigni corti e spessi, sotto l'ipotesi di lancio dalla medesima altitudine.

##### 3.1.3. CAPACITÀ DI PENETRAZIONE

La capacità di penetrazione di un ordigno inesplosivo dipende dal tipo e consistenza del substrato da attraversare, dalla velocità d'impatto, dalla grandezza e peso dell'ordigno e dall'angolo d'ingresso dello stesso. Gli ordigni che colpiscono la superficie terrestre con una bassa incidenza di penetrazione tendono ad avere una traiettoria sub-orizzontale, fermandosi ad una breve distanza

PROGETTAZIONE ATI:

dal foro d'ingresso, oppure a girare su sé stessi e risalire in superficie; gli ordigni che colpiscono la superficie con un'alta incidenza di penetrazione (traiettoria verticale) tendono invece ad avere una maggiore penetrazione ed una minore traiettoria orizzontale.

In letteratura si trovano formule empiriche e stime della Capacità di Penetrazione "CP" di un ordigno bellico sotto il piano campagna, espresse in funzione della massa dell'ordigno e riferite alle condizioni litologiche e stratigrafiche del terreno presenti nel periodo bellico: si tratta di dati empirici che tuttavia non tengono in considerazione eventuali modifiche del suolo, quali rimaneggiamento, antropizzazione, ecc. avvenute nei periodi successivi.

Il Ministero della Difesa, ente competente per emettere il Parere Vincolante in merito alle procedure di messa in sicurezza convenzionale (bonifiche belliche), utilizzando parametri di balistica relativi alla capacità di penetrazione di un ordigno residuo bellico (bomba d'aereo), ha definito come quota massima di rinvenimento ordigni residui bellici inesplosi la profondità di – 7,00 metri da piano di campagna originario, risalente al periodo bellico esaminato (Circolare Ministero della Difesa - Protocollo MD/GGEN/01 03437/121/701/11 – 08.06.2011.).

Oltre questa quota di riferimento, non sono ritenute necessarie ulteriori procedure di messa in sicurezza convenzionale.

Con riferimento alle analisi effettuate, stante l'impossibilità di escludere completamente l'ipotesi di ritrovamento e viste le previsioni di legge, si ritiene necessario effettuare la bonifica con interessamento di tutta la superficie di occupazione dell'intervento e delle aree di cantierizzazione. In considerazione del tipo di mezzi che vengono impiegati per le lavorazioni e tenuto conto delle profondità di scavo, si ritiene di intervenire con le seguenti tecniche di bonifica:

- Taglio della vegetazione erbacea ed arbustiva che dovesse ostacolare la corretta esecuzione della bonifica;
- Bonifica superficiale da ordigni residui bellici, fino a m 1,00 di profondità dal piano campagna;
- Bonifica profonda effettuata mediante trivellazioni spinte fino a m 3.00, delle aree interessate dai lavori di ogni tipo, comprese quelle di cantiere;
- Bonifica profonda effettuata mediante trivellazioni spinte fino a m 7.00 di profondità dal piano campagna con garanzia di m 1.00 oltre tale profondità, in corrispondenza di scavi profondi o sottofondazioni.

Nei casi in cui le aree oggetto dei lavori intercettino corsi d'acqua naturali e/o artificiali, alcune delle attività di bonifica verranno svolte in acqua, utilizzando metodi e componenti all'uopo previsti.

### 3.2. TAGLIO DELLA VEGETAZIONE

Tale attività deve essere eseguita in maniera preventiva, allo scopo di eliminare tutta la vegetazione presente sul terreno da bonificare che sia di intralcio ad un corretto impiego degli apparati di ricerca. Trattasi di operazioni che devono essere effettuate da personale qualificato.

Il taglio della vegetazione dovrà essere eseguito per “campo” e “striscia” di bonifica come è stabilito per l’esplorazione con l’apparato di ricerca. Nel tagliare la vegetazione non dovranno essere esercitate pressioni sul terreno da bonificare e dovranno essere rispettate tutte le eventuali piante di alto fusto, salvo diverse disposizioni. Il materiale di risulta verrà accatastato in zona già bonificata e successivamente trasportato a rifiuto.

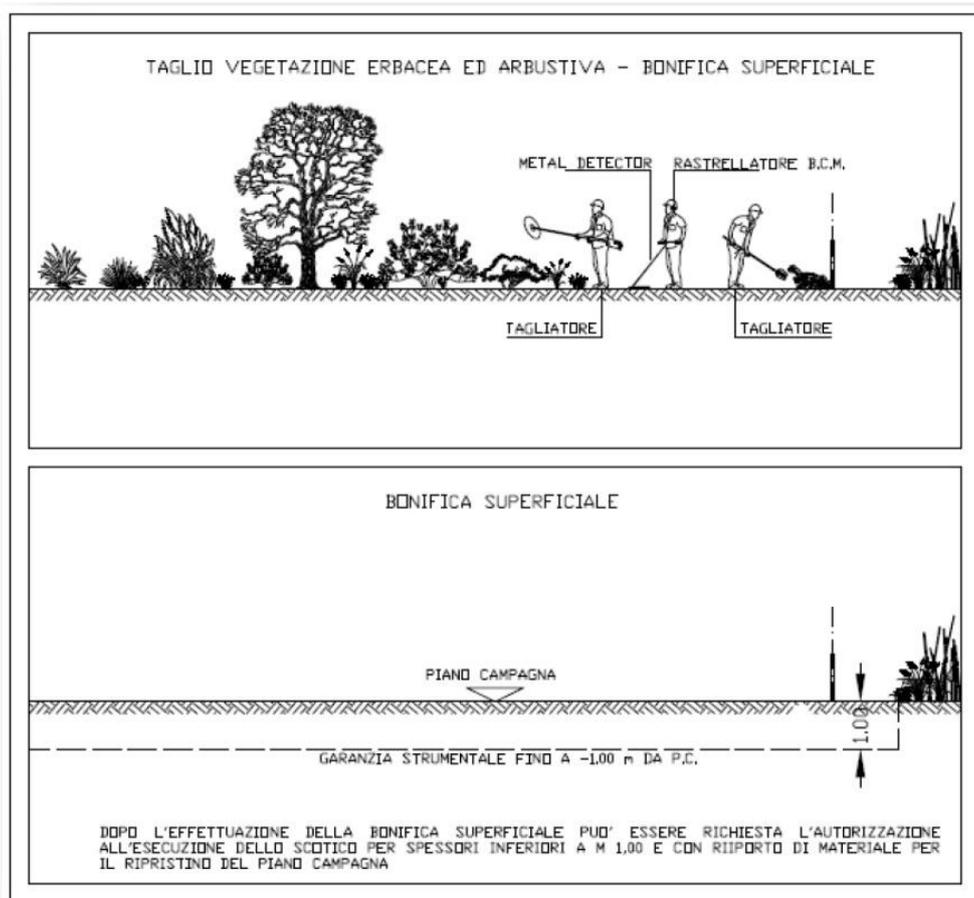


Figura 3.2 – Procedura di taglio della vegetazione e bonifica superficiale

### 3.1. BONIFICA SUPERFICIALE

La bonifica di superficie è prevista, come da norme emanate dalle Autorità Militari, su tutte le aree di cantiere. Il lavoro consiste nella ricerca, localizzazione ed eliminazione di tutte le masse ferrose e di tutti i manufatti bellici esistenti fino a m 1,00 di profondità dal piano di campagna originario.

Tale bonifica di superficie è propedeutica a qualsiasi bonifica profonda.

Le zone da esplorare vengono suddivise in campi e successivamente in strisce, che vengono esplorate con appositi apparati rilevatori di profondità (metal-detector).

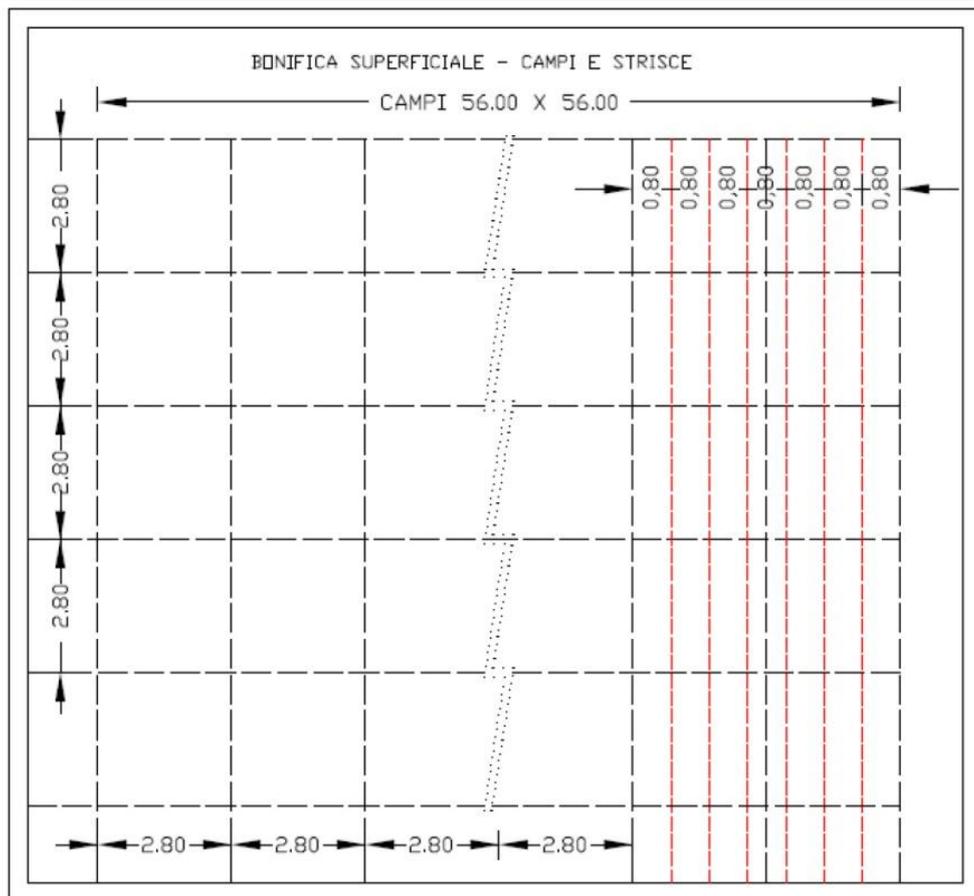


Figura 3.3 – Bonifica superficiale: suddivisione in campi e strisce

### 3.2. BONIFICA PROFONDA

La bonifica in profondità è indispensabile nei casi in cui si verificano movimentazioni di terreno oltre la quota stabilita di 1,0 m di profondità dal piano di campagna, nonché dove si eseguono opere di compattazione dei rilevati o opere d'arte a carattere permanente.

Questo tipo di bonifica viene applicato fino ad una profondità variabile compresa tra 2,0 e 7,0 m dal piano di campagna originario.

La bonifica profonda viene effettuata suddividendo le aree d'interesse in quadranti aventi lato di 2,80 m, al centro dei quali, a mezzo di trivellazione non percussiva, vengono praticati dei fori capaci di contenere la sonda dell'apparato rilevatore.

Come prescritto dalla "Direttiva Tecnica Bonifica Bellica Sistemática Terrestre 2020 - Parte II - Par. 2.3.1.8", la bonifica profonda a m 3,0 dal p.c. è prevista su tutta l'area di intervento in quanto essa è potenzialmente interessata dalle movimentazioni di mezzi meccanici di cantiere.

Il progetto di bonifica di ordigni bellici oggetto della presente relazione prevede altresì di svolgere bonifiche profonde alla quota di -5,0 e -7,0 m dal p.c. originario in corrispondenza di tutte le opere d'arte che prevedono fondazioni di tipo indiretto, nonché in tutti i casi in cui gli scavi superino rispettivamente i 3,0 e 5,0 m.

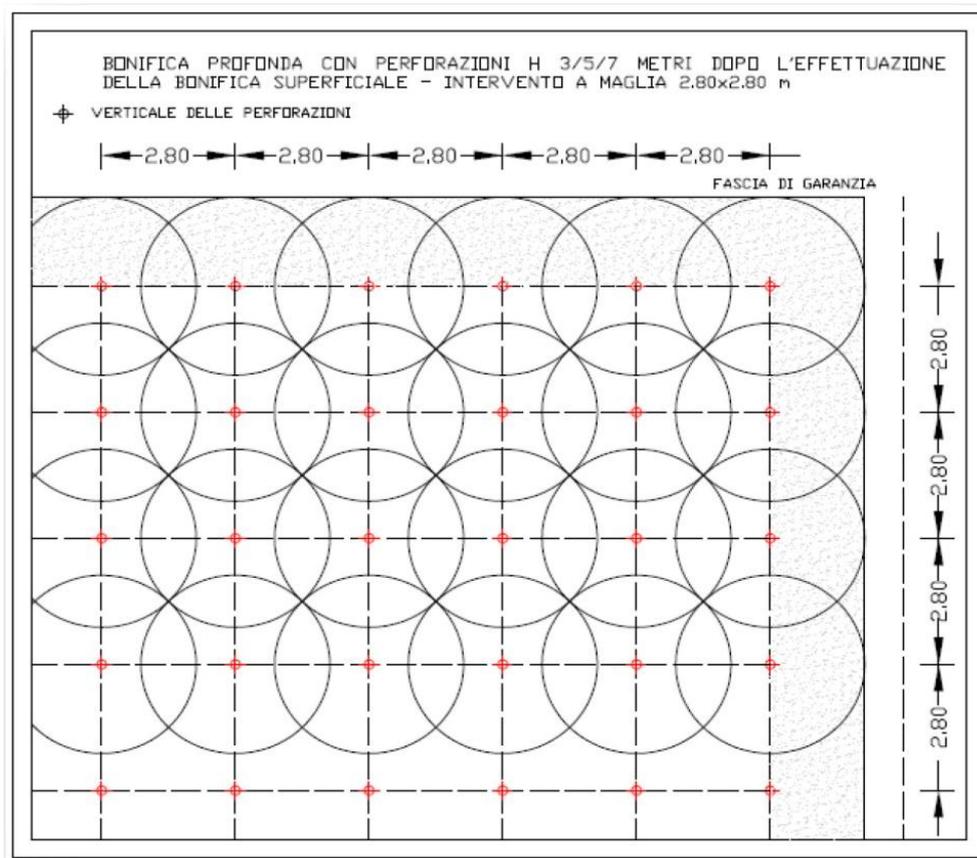
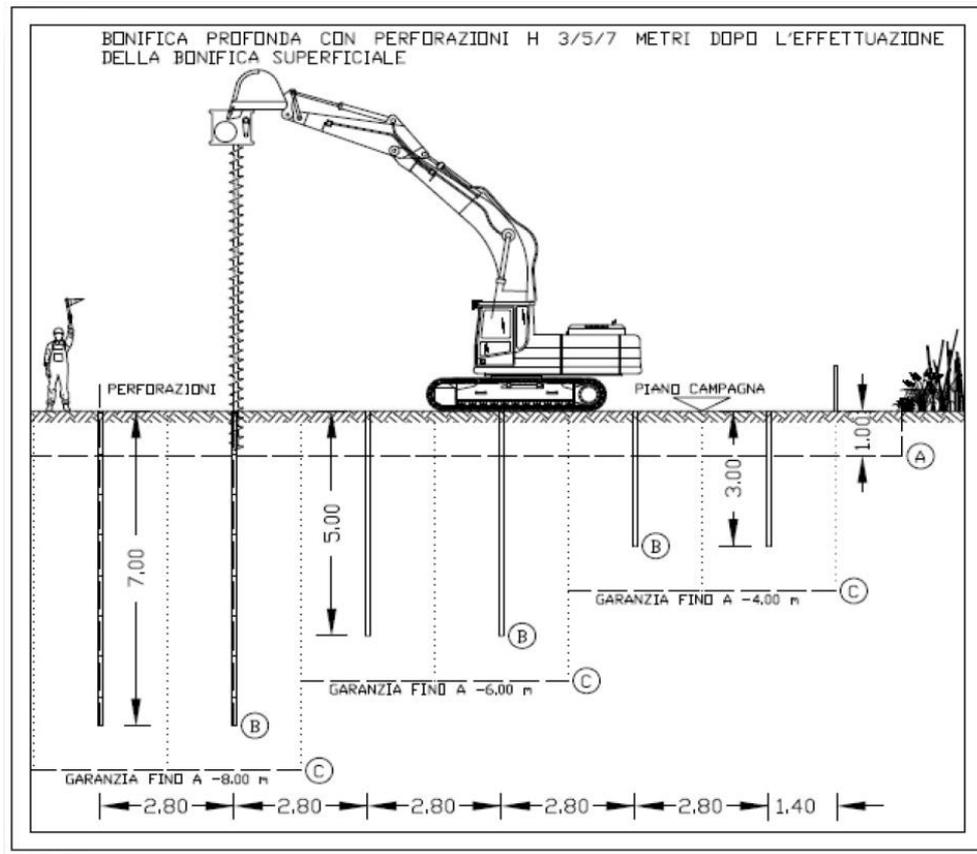


Figura 3.4 – Griglia delle trivellazioni per bonifiche di tipo profondo

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 3.5 – Schema di svolgimento delle bonifiche profonde**

Come risulta evidente dallo schema in Fig. 3.5, la garanzia strumentale offerta dalle bonifiche profonde è sempre superiore di 1 m rispetto all'effettiva profondità delle trivellazioni: sulla base di ciò le bonifiche a -3,0 m avranno garanzia strumentale di 4,0 m, quelle a -5,0 m avranno garanzia strumentale di 6,0 m, mentre quelle a -7,0 m avranno garanzia strumentale di 8,0 m.

PROGETTAZIONE ATI:

#### **4. ELABORATI DI RIFERIMENTO**

Gli elaborati grafici di riferimento relativi alla BOB sono i seguenti

<b>CODICE ELABORATO</b>	<b>NOME ELABORATO</b>	<b>SCALA</b>
T00SI00CANPL01A	Planimetria Tav.1 di 7	1:2.000
T00SI00CANPL02A	Planimetria Tav.2 di 7	1:2.000
T00SI00CANPL03A	Planimetria Tav.3 di 7	1:2.000
T00SI00CANPL04A	Planimetria Tav.4 di 7	1:2.000
T00SI00CANPL05A	Planimetria Tav.5 di 7	1:2.000
T00SI00CANPL06A	Planimetria Tav.6 di 7	1:5.000
T00SI00CANPL07A	Planimetria Tav.7 di 7	1:2.000
T00SI00CANPO01A	Planimetria su Ortofoto Tav. 1 di 3	1:5.000
T00SI00CANPO02A	Planimetria su Ortofoto Tav. 2 di 3	1:5.000
T00SI00CANPO03A	Planimetria su Ortofoto Tav. 3 di 3	1:5.000

#### **5. AREE DI INTERVENTO**

Di seguito si illustrano le tipologie adottate per gli interventi previsti in progetto.

Complessivamente le superfici da assoggettare a bonifica risultano:

**BONIFICA BELLICA SUPERFICIALE (MQ) – 894.407**

**BONIFICA BELLICA PROFONDA FINO A 3,0 M (MQ) - 734.566**, previste n. 93.694 trivellazioni

**BONIFICA BELLICA PROFONDA FINO A 5,0 M (MQ) - 162.887**, previste n. 20.776 trivellazioni

**BONIFICA BELLICA PROFONDA FINO A 7,0 M (MQ) - 27.293**, previste n. 3.481 trivellazioni

#### **6. PROCEDURE TECNICO - AMMINISTRATIVE**

Così come previsto dalla Legge suddetta l'art. 91 al comma 2-bis del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i dispone che *"l'attività di bonifica preventiva e sistematica è svolta sulla base di un parere vincolante dell'autorità militare competente per territorio in merito alle specifiche regole tecniche da osservare in considerazione della collocazione geografica e della tipologia dei terreni interessati, nonché mediante misure di sorveglianza dei competenti organismi del Ministero della difesa, del Ministero del lavoro e delle politiche sociali e del Ministero della salute"*.

Ne consegue che tutte le attività di bonifica bellica preventive dovranno essere eseguite secondo le norme tecniche e le prescrizioni contenute nel nulla osta ai lavori emanato dalle Autorità Militari competenti per il territorio preposte alla conduzione e sorveglianza tecnica delle attività di bonifica bellica.

La procedura tecnico-amministrativa da osservare è articolata come segue:

1. Il committente invia una richiesta scritta al Ministero della Difesa, Reparto Infrastrutture, Ufficio B.C.M. (acronimo di Bonifica Campi Minati), competente per territorio (Padova per il nord Italia comprese la Toscana e le Marche, Napoli per il resto d'Italia) allegando elaborati grafici, relazione tecnica, sezioni di scavo, relazione geologica ed eventuali altri documenti;
2. Il suddetto Reparto rilascia il Capitolato B.C.M. e il Nulla Osta Lavori, con le "Prescrizioni tecniche" costituite da "Prescrizioni generali" e "Prescrizioni particolari";

3. Il coordinatore della sicurezza in fase di progettazione elabora il piano di sicurezza e coordinamento tenendo conto delle prescrizioni del Reparto Infrastrutture e lo consegna al committente (o al responsabile dei lavori);
4. Il committente (o il responsabile dei lavori) incarica un'impresa specializzata B.C.M. di procedere alla bonifica: tale impresa deve essere in possesso di adeguata capacità tecnico-economica e deve impiegare idonee attrezzature e personale dotato di brevetto per l'espletamento delle attività relative alla bonifica;
5. L'impresa, al termine delle operazioni, rilascia la dichiarazione di garanzia evidenziando inoltre, su apposita planimetria, le differenti tipologie di bonifica effettuate nelle singole aree;
6. Il Reparto Infrastrutture esegue un sopralluogo tecnico in cantiere e verifica la correttezza documentale. Se tali operazioni hanno esito positivo, lo stesso Reparto rilascia il Verbale di buona esecuzione. Tale documento, a corredo della documentazione sopracitata, non esonera l'impresa B.C.M. e il committente da eventuali negligenze nell'esecuzione del servizio o nel suo affidamento.

La bonifica avviene in genere con questa sequenza, eseguita e curata dall'impresa specializzata B.C.M.:

1. Sopralluogo dell'area da bonificare,
2. Eventuale taglio della vegetazione e pulizia del terreno da materiali di piccole e medie dimensioni;
3. Bonifica di superficie effettuata suddividendo l'area interessata in campi e strisce che l'operatore (comunemente detto "rastrellatore") percorre utilizzando il metal-detector;
4. Movimentazione del terreno in corrispondenza dei punti segnalati dal metal-detector per esaminare e/o rimuovere tutte le masse metalliche interrato;
5. Nel caso di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi, comunicazione immediata ai Carabinieri territorialmente competenti che avviano un'apposita procedura la cui durata e complessità dipende dal tipo di ordigno rinvenuto;
6. Bonifica di profondità attuata mediante trivellazioni del terreno spinte sino alla quota stabilita dalle "Prescrizioni Tecniche" emanate dal Reparto Infrastrutture (in genere 3, 5 o 7 m dal p.c. originario). Allo scopo, l'area viene suddivisa in quadranti con lato di m 2,80 x 2,80 (pari a 7,84 mq) che vengono poi trivellati al centro fino alla profondità di 1,0 m. All'interno di ogni foro viene poi calata la sonda del metal-detector e, in assenza di masse metalliche, il suddetto foro viene prolungato di altri 2 metri via via fino alla profondità richiesta;
7. Ripetizione dei punti 4 ed eventualmente 5.

PROGETTAZIONE ATI:

## **7. MISURE DI SICUREZZA**

Qualora l'impresa specializzata B.C.M. o quella esecutrice dei lavori rinvenga un ordigno bellico inesplosivo, la procedura prevede di avvertire immediatamente la stazione dei Carabinieri territorialmente competente ed attenersi alle sue disposizioni, in genere concordate con la prefettura, la protezione civile, l'ufficio B.C.M. e il Genio Militare (in genere il reggimento Genio Guastatori). Inoltre, l'impresa interessata dal rinvenimento (o quella affidataria se trattasi di subappaltatore) deve:

1. Sospendere immediatamente i lavori in corso e ogni altra attività nell'area prossima al punto di ritrovamento (orientativamente entro un raggio di circa 100 m);
2. Avvertire il committente (o il responsabile dei lavori), il direttore dei lavori ed il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione dei lavori;
3. Recintare e presidiare l'area interessata impedendo l'ingresso a chiunque fino all'arrivo dei Carabinieri;
4. Attenersi alle ulteriori disposizioni di cui sotto date dagli organismi sopra citati.

Gli organismi competenti eseguono un sopralluogo e decidono se rimuovere l'ordigno, farlo brillare sul posto di ritrovamento oppure farlo brillare nelle vicinanze del posto di ritrovamento (generalmente in una buca appositamente realizzata). In ogni caso, in relazione al tipo di ordigno, essi fissano le misure della perimetrazione dell'area di sicurezza, l'eventuale evacuazione della stessa nonché l'interruzione delle vie di comunicazione (strade, ferrovie, ecc.).

## **8. ANALISI DI RISCHIO PRELIMINARE**

### **8.1. OBIETTIVI**

La valutazione preliminare del rischio di rinvenimento di ordigni bellici ha l'obiettivo di valutare la possibilità di rinvenimento di ordigni bellici nell'area di intervento interessata dal progetto, è finalizzata ad un'eventuale attivazione della procedura di bonifica dell'area, secondo le procedure previste dal Ministero della Difesa.

Fondamentale per la valutazione del rischio di rinvenimento ordigni bellici nelle aree oggetto di indagine non è solo la conoscenza del dettaglio dei bombardamenti a cui il territorio Comunale di Arezzo è stato soggetto durante i due conflitti mondiali, ma anche l'acquisizione di informazioni sui rinvenimenti e brillamenti di ordigni di diversa natura documentati fino ad oggi.

Per questo motivo la valutazione preliminare del rischio di rinvenimento di ordigni bellici è stata eseguita mediante un'analisi storico-documentale basata sulla raccolta di dati storici, bibliografici e archivistici (editi e non).

Il fine della ricerca è l'individuazione delle possibili interferenze tra l'opera in progetto e l'eventuale presenza di ordigni bellici documentati, che potrebbero essere rimasti inesplosi.

Di seguito si riporta l'inquadramento genarle dell'area in oggetto, in cui in giallo è indicata la bonifica di profondità a -3,0 m dal p.d.c., in verde quella a -5,0 m e in magenta quella a -7,0 m.

LEGENDA	
	<b>BONIFICA DI SUPERFICIE FINO A M 1,0 - SUP. 894.407 MQ</b> Bonifica di superficie per la ricerca fino a 1 m di profondità
	<b>BONIFICA DI PROFONDITÀ FINO A M 3,0 - SUP. 734.566 MQ</b> bonifica di profondità mediante trivellazioni fino a 3 metri a partire dal p.c., da eseguirsi su tutta l'area interessata dalle lavorazioni
	<b>BONIFICA DI PROFONDITÀ FINO A M 5,0 - SUP. 162.887 MQ</b> Trivellazioni fino a 5 metri a partire dal p.c., da eseguirsi su tutte le aree in cui verranno eseguiti scavi superiori a 3 metri
	<b>BONIFICA DI PROFONDITÀ FINO A M 7,0 - SUP. 27.293 MQ</b> Trivellazioni fino a 7 metri a partire dal p.c., da eseguirsi su tutte le aree in cui verranno eseguiti scavi superiori a 5 metri

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 8.1 – Inquadramento generale**

## 8.2. ANALISI STORIOGRAFICA

L'analisi storiografica permette di conoscere con esattezza dati documentati sensibili quali:

- Tecniche di combattimento adottate dai singoli belligeranti;
- Tipologia, natura, dimensioni delle armi ed ordigni impiegati;
- Aree territoriali oggetto di scontri o combattimenti tra fazioni opposte.

In sede di analisi storiografica preliminare, funzionale alla valutazione del rischio bellico residuo, è stato adottato un approccio sintetico, funzionale ad ottenere una combinazione logica dei dati raccolti, provenienti da più fonti ufficiali disponibili, in quanto ogni singolo evento bellico di natura rilevante è riportato e trattato da più fonti ed in più testi specifici. Le informazioni rilevanti sono poi state filtrate, in particolare si è dato risalto alle notizie fornite da memorie storiche di singoli combattenti o singole truppe impiegate in un determinato fronte, comprese le rappresentazioni fotografiche relative alla disposizione di truppe o mezzi impiegati. In merito alla documentazione iconografica scelta sono state utilizzate fotografie aeree prodotte da archivi alleati o collezioni private o pubbliche o da sitografia specializzata, nell'ottica di documentare le tipologie e gli effetti specifici sul territorio di bombardamenti su aree obiettivo.

### 8.2.1. CENNI STORICI

#### Arezzo

Comunemente si dice che la storia di Arezzo inizia con gli Etruschi, dati i numerosissimi ritrovamenti di vario genere inerenti a questa antica civiltà italoica rinvenuti nella zona.

Arezzo ebbe un ruolo importante anche nella storia di Roma e del suo impero, dato che si trovava lungo un'importante direttrice che dall'Urbe conduceva verso nord "la Via Cassia". A quel tempo erano rinomate le sue fonderie e le fabbriche artistiche di vasi "corallini", la cui tecnica di

PROGETTAZIONE ATI:

decorazione andò diffondendosi in tutto il mondo romano. Decaduto l'Impero Romano, Arezzo si trovò a metà tra i territori sotto il dominio bizantino, a sud, e quelli occupati dalle popolazioni nordiche dei Goti e dei Longobardi, a nord. Furono infatti i Longobardi, una volta conquistata Arezzo, ad iniziare l'opera di fortificazione e a porre le basi dell'Arezzo medievale come oggi in buona parte si presenta.

Dopo la famosa ed epica Battaglia di Campaldino dell'11 giugno 1289, in cui i ghibellini aretini furono pesantemente sconfitti dai guelfi fiorentini e nonostante una certa ripresa economica al periodo dei Tarlati, Arezzo divenne un dominio fiorentino sin dal 1384, entrando così a far parte del Granducato mediceo. Per Arezzo, come per altri luoghi toscani, entrare sotto il dominio di Firenze significò la perdita dell'autonomia politica, economica e culturale. La città si trovò a versare in una sorta d'isolamento che si protrasse fino all'epoca rinascimentale.

Nel 1796, Arezzo fu conquistata a seguito della campagna militare di invasione dell'Italia da parte dei francesi, il cui generale comandante era Napoleone Bonaparte.

La riconquistata autonomia amministrativa e l'apertura delle comunicazioni ferroviarie con Firenze e Roma stimolarono nuovi fermenti. Lo sviluppo continuò tra Ottocento e Novecento, com'è dimostrato dalla forte crescita della popolazione, dal progressivo spostarsi del centro cittadino verso la pianura con la costruzione di nuovi quartieri, nonché da varie iniziative industriali e commerciali. Una brusca interruzione di questo processo evolutivo fu causata dalla Seconda guerra mondiale, quando i bombardamenti distrussero quasi il 60% degli edifici, con danni ingenti anche al patrimonio artistico, il quale venne comunque recuperato. Gli Aretini parteciparono con coraggio alla lotta partigiana, pagando un pesante tributo di vittime.

La città fu liberata dall'esercito neozelandese (2nd New Zealand Division) e britannico il 16 luglio 1944. Nel dopoguerra ci si accinse con fervore alla ricostruzione, e già negli anni Cinquanta era ripreso in pieno lo sviluppo, che tendeva ormai a conferire alla città nuovi connotati urbanistici, economici e politici.

### Perugia

Perugia sorge sul territorio a destra del Tevere, che è considerato etrusco, ma che è ritenuto essere confinante con quello degli Umbri, per questo motivo gli viene riconosciuta una doppia origine, Umbra ed Etrusca. La centralità di Perugia è messa in risalto durante la battaglia del Trasimeno, una delle più importanti della seconda guerra punica combattuta, più precisamente, a Tuoro sul Trasimeno fra Annibale, a capo delle truppe cartaginesi, e l'esercito di Roma. L'agguato si trasformò presto in un massacro dove persero la vita circa quindicimila romani. È proprio all'epoca di questi eventi che si fa risalire la costruzione della cinta muraria monumentale di Perugia. Edificata con grandi blocchi di travertino per una lunghezza di circa tre chilometri, racchiude i due colli Landone e del Sole. Perugia si trovò nuovamente protagonista di un devastante avvenimento bellico, questa volta frutto di una guerra civile romana, fra Marco Antonio e Ottaviano. A seguito della battaglia, Perugia venne incendiata e rimase gravemente segnata. Ottaviano Augusto la fece ricostruire in pieno stile romano, insignendola del titolo di Augusta Perusia, la riqualificò favorendone la rinascita e permettendone anche la futura espansione al di fuori delle sue mura. I primi avvenimenti medievali a Perugia sono segnati ancora una volta da scontri bellici, questa volta tra Goti, guidati da Totila, in assedio su tutto il territorio umbro, Perugia compresa, e bizantini. La battaglia vide vincitori i Goti, che si impossessarono di Perugia ma non per molto, i bizantini, infatti, qualche anno dopo riuscirono a riconquistarla. Gli anni successivi videro Perugia sempre e costantemente al centro di nuovi conflitti, questa volta con i longobardi che insediaron il territorio con violenti scontri e furono più volte vicini alla conquista definitiva della città. Conquista che non avvenne mai pienamente, l'impero bizantino, infatti, riuscì a resistere e a consolidarsi sempre di più sul territorio, compreso quello circostante, fino alla nascita del Ducato perugino. Nel VIII secolo d.C. Perugia venne donata al papa Stefano II da Pipino il Breve che, chiamato proprio dal pontefice per arginare l'espansione dei longobardi, l'aveva poco prima liberata. Alla fine del XIV secolo però, Perugia si ritrova in uno scontro di ben altra portata. Giangaleazzo Visconti, Duca di Milano, decide

PROGETTAZIONE ATI:

di espandere il suo dominio sul centro Italia e individua Perugia come un ottimo avamposto per la sua avanzata in previsione di un'espansione più a sud. Il consiglio dei Priori però, il 19 Gennaio del 1400 delibera la dedizione al signore di Milano, in cambio di aiuti e promesse economiche. Dopo poco tempo però la morte del duca Visconti determinò il ritorno di Perugia fra le città dominate dal Papa. Qualche anno dopo Braccio Fortebracci da Montone assedia con successo Perugia nel 1416, da quel momento in poi Braccio governa la città fino alla sua morte nel 1424. Dalla seconda metà degli anni Trenta del 1800 a Perugia crescono i malcontenti e iniziano a nascere organizzazioni clandestine sulla scia dei venti di rivoluzione nazionali. I cittadini perugini sono infatti protagonisti della prima guerra di indipendenza, ma soprattutto della seconda, quando un gruppo di volontari decide di unirsi all'esercito piemontese lasciando Perugia indifesa subito dopo la disobbedienza allo Stato Pontificio. Questo permette al Papa di fare entrare un contingente dell'esercito svizzero dalle porte di Perugia, i cui soldati che si resero protagonisti di massacri e violenze ai danni del popolo perugino. Questo evento è accaduto il 20 giugno del 1859 ed è ricordato con il nome di "stragi di Perugia". Il 14 Settembre del 1860 Perugia viene liberata dall'esercito Piemontese, costringendo gli svizzeri a rifugiarsi nella Rocca Paolina. L'annessione inizialmente avviene al regno di Sardegna, poi divenuto regno d'Italia.

### **8.2.2. ATTIVITÀ BELLICA DOCUMENTATA**

Le indagini condotte non hanno portato a rilevare informazioni di particolare interesse per le attività in oggetto relativamente al primo conflitto mondiale; pertanto, il presente capitolo si concentrerà sui fatti della Seconda guerra mondiale.

Nel corso della Seconda guerra mondiale, RAF (Royal Air Force) e USAF (United States Air Force) sganciarono complessivamente un milione di bombe sull'Italia, più di 350.000 tonnellate di esplosivo. Le aree con importanti obiettivi strategici quali ponti, linee ferroviarie e zone industriali vennero ripetutamente attaccate, ma molte bombe non esplosero come previsto ed una frazione consistente (10%) non esplose del tutto. Nel migliore dei casi, una bomba su quattro potrebbe essere ancora da recuperare, ovvero l'equivalente di 250.000 ordigni per il territorio nazionale. Un recente studio per la zona circostante obiettivi sensibili dei bombardamenti aerei quali ponti stradali, ponti ferroviari, magazzini di munizioni, ecc., ha mostrato come una frazione significativa (15-18%) delle bombe d'aereo lanciate fosse dotata di spolette a tempo ritardato. Queste ultime erano preparate a scopo terroristico per causare danni anche a distanza di giorni dalla data del bombardamento, quelle inesplose sono tuttora di particolare pericolosità in caso di spostamento accidentale.

È bene ricordare che l'infestazione da mine e da altri ordigni bellici poteva essere di due tipi:

1. Infestazioni da residui in superficie su terreno od altro genere d'immobili o cose, che dovevano essere rastrellati, rimossi, resi inoffensivi e in ogni caso, eliminati o distrutti;
2. Infestazione da mine, bombe, granate, esplosivi od analoghi manufatti, da ricercare perché interrati in sbarramenti minati o posizionati per la distruzione di ponti, strade, ferrovie od altre opere d'arte; ma anche il seppellimento di grandi quantitativi di bombe e granate, l'abbandono d'ordigni in postazione d'artiglieria, sul fondo di fiumi, canali ed altri specchi d'acqua.

Tra la fine del 1943 e l'estate del 1944 Il territorio Provinciale di Arezzo è stato teatro di eventi bellici sia terrestri (ritiro e razzie delle truppe tedesche) che aerei (bombardamenti alleati).

Arezzo era considerato l'accesso alla valle dell'Arno che porta a Firenze, ed uno dei più esterni contrafforti della linea gotica, nonché uno dei più importanti centri di comunicazione ferroviari e stradali in Italia. La resistenza ad Arezzo era quindi importante per i tedeschi, intenzionati, come detto, a far perdere più tempo possibile agli Alleati, in modo da impedire loro di attaccare la Linea Gotica prima che le difese vi fossero terminate e prima dell'inizio delle piogge autunnali che avrebbero fatto ingrossare i numerosissimi fiumi e corsi d'acqua, e reso il terreno impraticabile ai carri armati e mezzi ruotati. L'importanza strategica di questa zona non sfuggì nemmeno agli

PROGETTAZIONE ATI:

Alleati, che da novembre 1943 a maggio 1944 bombardarono pesantemente Arezzo per ben 11 volte, con l'obiettivo, già fissato per tutti i centri nevralgici italiani con il nome di Operazione "Strangle", di distruggere scali merci e ferrovie e bloccare così i rifornimenti per l'esercito tedesco. Diversi furono gli eccidi operati dall'esercito tedesco in ritirata, tra questi i più noti sono le stragi di San Paolo e di San Severo, avvenute il 14 Luglio del 1944.

Anche le azioni a terra, oltre ai bombardamenti aerei, lasciarono sul territorio ordigni (mine, munizioni, granate, etc.) potenzialmente rischiose in occasione di scavi e dissodamenti del terreno anche a distanza di decenni.

I bombardamenti aerei degli alleati (R.A.F. Royal Air Force britannica; U.S.A.F. United States Air Force statunitense; SAAF South African Air Force) riguardarono principalmente le vie di comunicazione e gli obiettivi considerati strategici, ossia la linea ferroviaria, i ponti stradali e le industrie.

Segue l'elenco dei bombardamenti e degli eventi bellici più significativi e noti riconducibili all'area di Arezzo:

- 12/11/43 R.A.F: Arezzo – Vengono bombardati la stazione, zone limitrofe e scali ferroviari;
- 02/12/43 15th AF B-26's: Arezzo - Bombardati Impianti ferroviari, scali merci Ponte ferroviario di Pesciola sul canale Maestro della Chiana, zone limitrofe alla stazione, caserma e carcere e diversi palazzi del centro storico tra cui il palazzo della Zecca;
- 05/12/43 12th AF B-25's: Arezzo;
- 07/01/44 12th AF B-25s e B-26s: Arezzo - Viene bombardata la stazione, le case limitrofe e diversi treni per il trasporto alimentare
- 15/01/44 12th AF B-17: Arezzo – Vengono colpiti gli scali merci;
- 17/01/44 12th AF B-24: Arezzo – Bombardata la città
- 22/01/44 15th AF B-17's e B-24's: Arezzo - Viene bombardata ulteriormente la città
- 31/01/44 12th P- 40's e A-36's Arezzo;
- 14/02/44 15th AF P-47's e B-24's: Arezzo;
- 19/03/44 12th AF B-26's: Arezzo;
- 21/03/44 12th AF. B-25s, A-20s, B-26's: Arezzo;
- 22/03/44 12th AF B-26's: Arezzo;
- 26/03/44 12th AF B-26's: Arezzo;
- 01/04/44 12th AF P-47's: Arezzo – Bombardata la ferrovia;
- 02/04/44 12th AF B-17: Arezzo;
- 06/04/44 12th AF B-26's: Arezzo – Vengono bombardati i ponti ferroviari;
- 10/04/44 12th AF. B-25 e B-26s: Arezzo;
- 11/04/44 12th AF B-26's: Arezzo;
- 12/04/44 12th AF B-17's, P-40's, A-36's e A25's: Arezzo;
- 14/04/44 12th AF B-26's: Arezzo;
- 18/04/44 12th AF P-47s: Arezzo;
- 20/04/44 12th AF B-24's, B25's, P-47's, A-20: Arezzo;
- 22/04/44 12th AF B-25's e B-26's: Arezzo;
- 24/04/44 12th AF B-24's, A-36s: Arezzo;
- 25/04/44 12th AF B-24s e A-36s: Arezzo;
- 28/04/44 12th AF: Arezzo;
- 29/04/44 P - 40's e P- 47's: Arezzo;
- 01/05/44 12th AF P-40's e P-47's: Arezzo;
- 10/05/44 12th AF B-26's: Arezzo;
- 13/05/44 R.A.F: Arezzo – Vengono colpiti il Palazzo del Governo, la sede della Gioventù Italiana del Littorio, la stazione, gli scali merci lo zuccherificio e la dogana;

PROGETTAZIONE ATI:

- 14/05/44 12th AF: Arezzo;
- 19/05/44 AF B-25's: Arezzo;
- 23/05/44 12th AF B-25s, B-26s e P-47: Arezzo;
- 28/05/44 12th AF B-17s e B-25s: Arezzo;
- 12/06/44 12 AF: Arezzo – Bombardata la zona di Monte Lignano
- 14/06/44 12th AF: Arezzo;
- 15/07/44 12th AF: Arezzo;
- 16/07/44 12th AF: Arezzo.

### 8.2.3. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 8.2 – Bombardamento scali ferroviari Arezzo



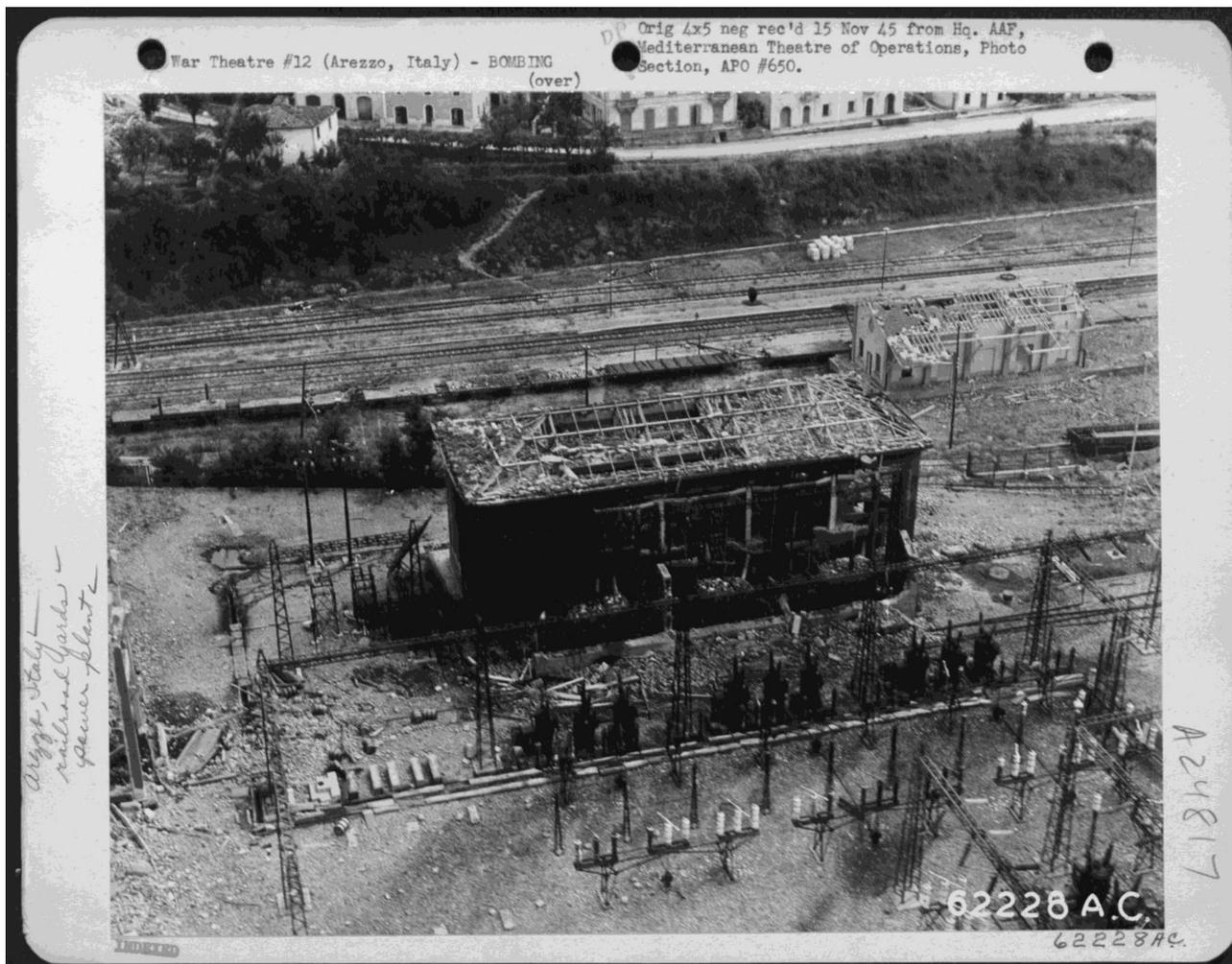
**Figura 8.3 – Colpi diretti per bloccare la linea ferroviaria di Arezzo**

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 8.4 – Bombardamento cantieri ferroviari Arezzo**

PROGETTAZIONE ATI:



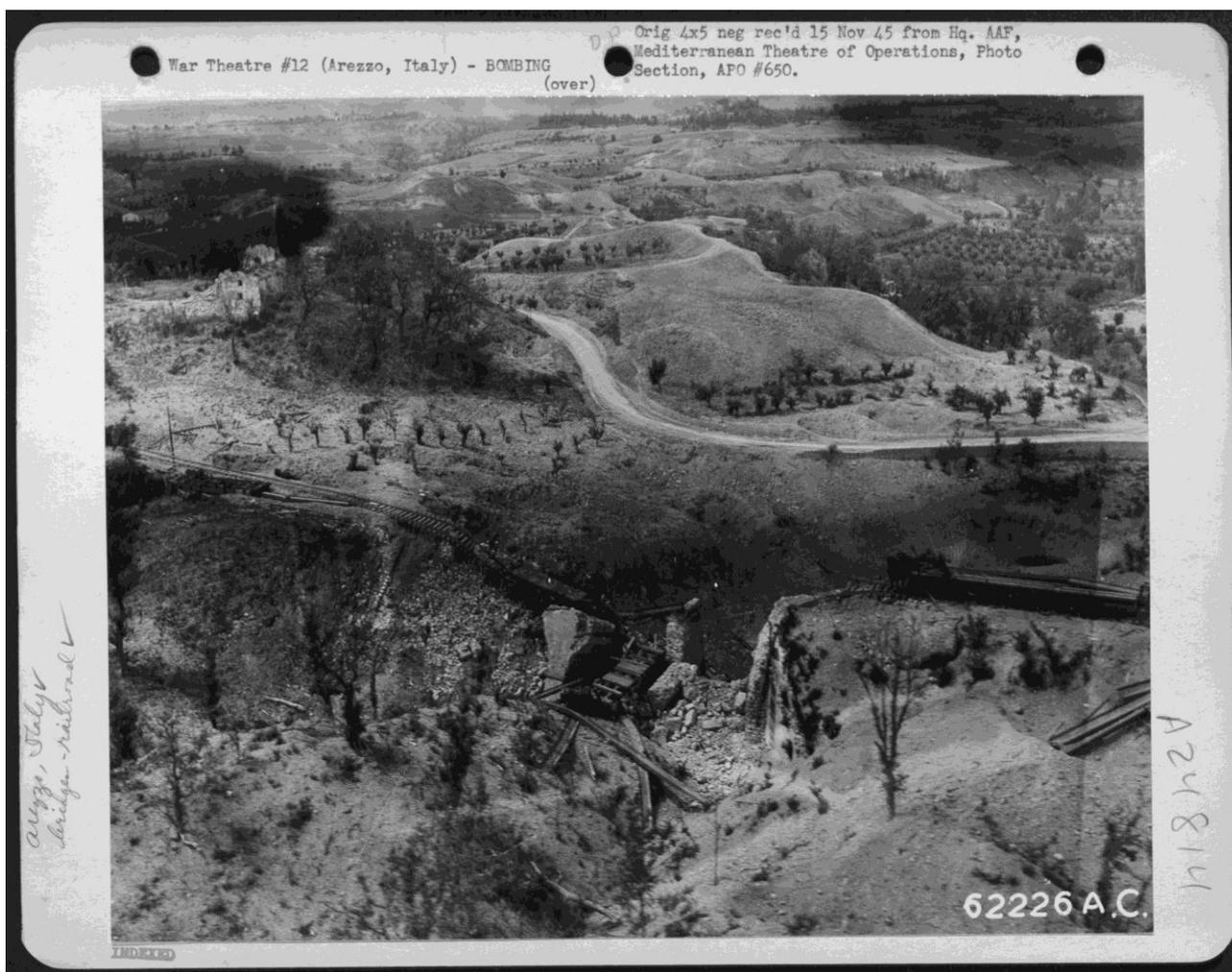
**Figura 8.5 – Bombardamento centrale elettrica di Arezzo**

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 8.6 – Bombardamento sottopasso ferroviario

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 8.7 – Bombardamento ponte ferroviario Arezzo**

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 8.8 – Bombardamento scalo ferroviario di Arezzo sulla linea principale Firenze sud-Roma

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 8.9 – Bombardamento postazione di armi ad Arezzo**

PROGETTAZIONE ATI:



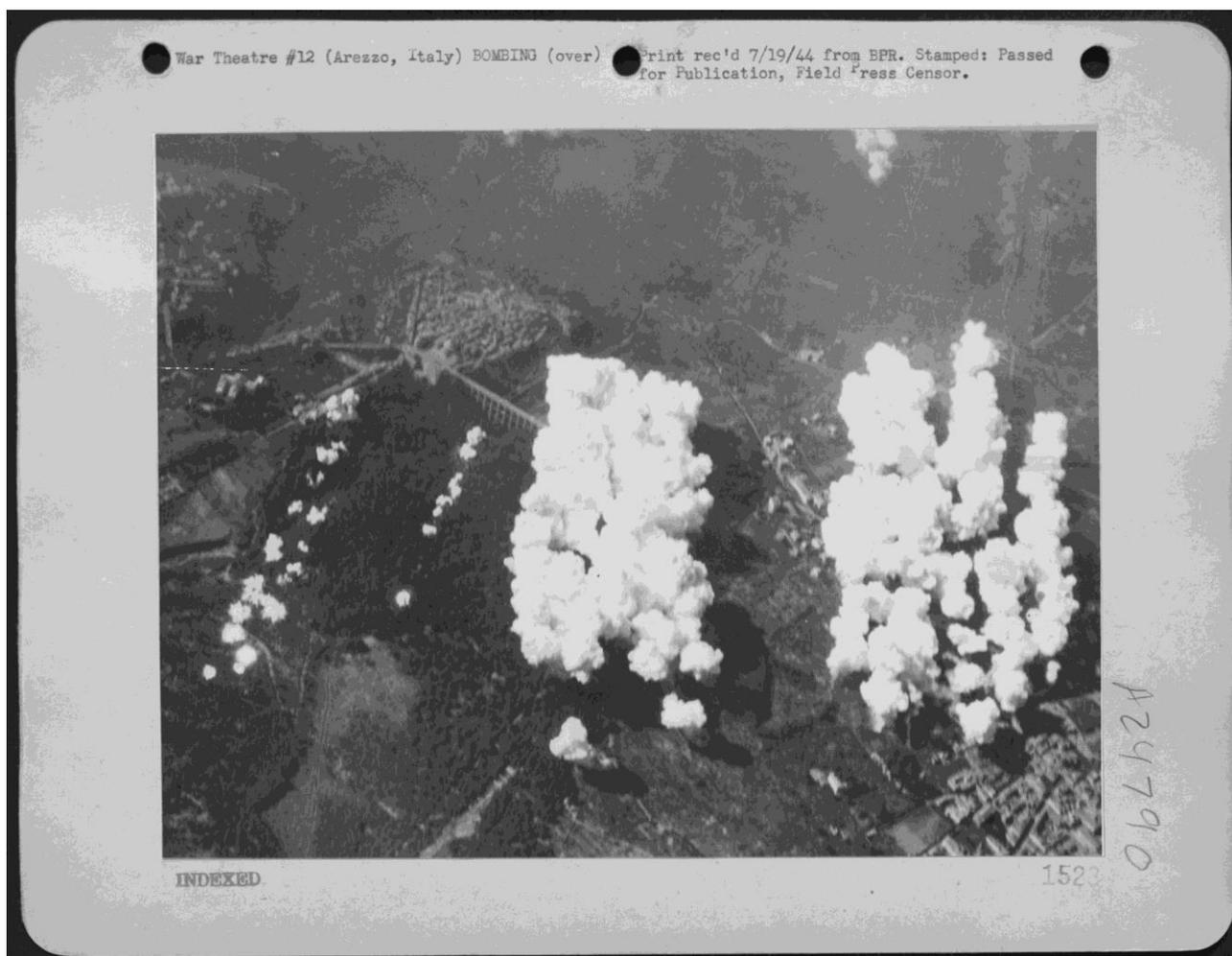
**Figura 8.10 – Bombardamento viadotto di Arezzo**

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 8.11 – Risultati del bombardamento di Arezzo (1) Ponte piccolo interrotto; (2) viadotto principale inutilizzabile; (3) binarie fondo stradale distrutti; (4) cavalcavia autostrada distrutto**

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 8.12 – Bombardamento postazione tedesca nei pressi di Arezzo**

PROGETTAZIONE ATI:

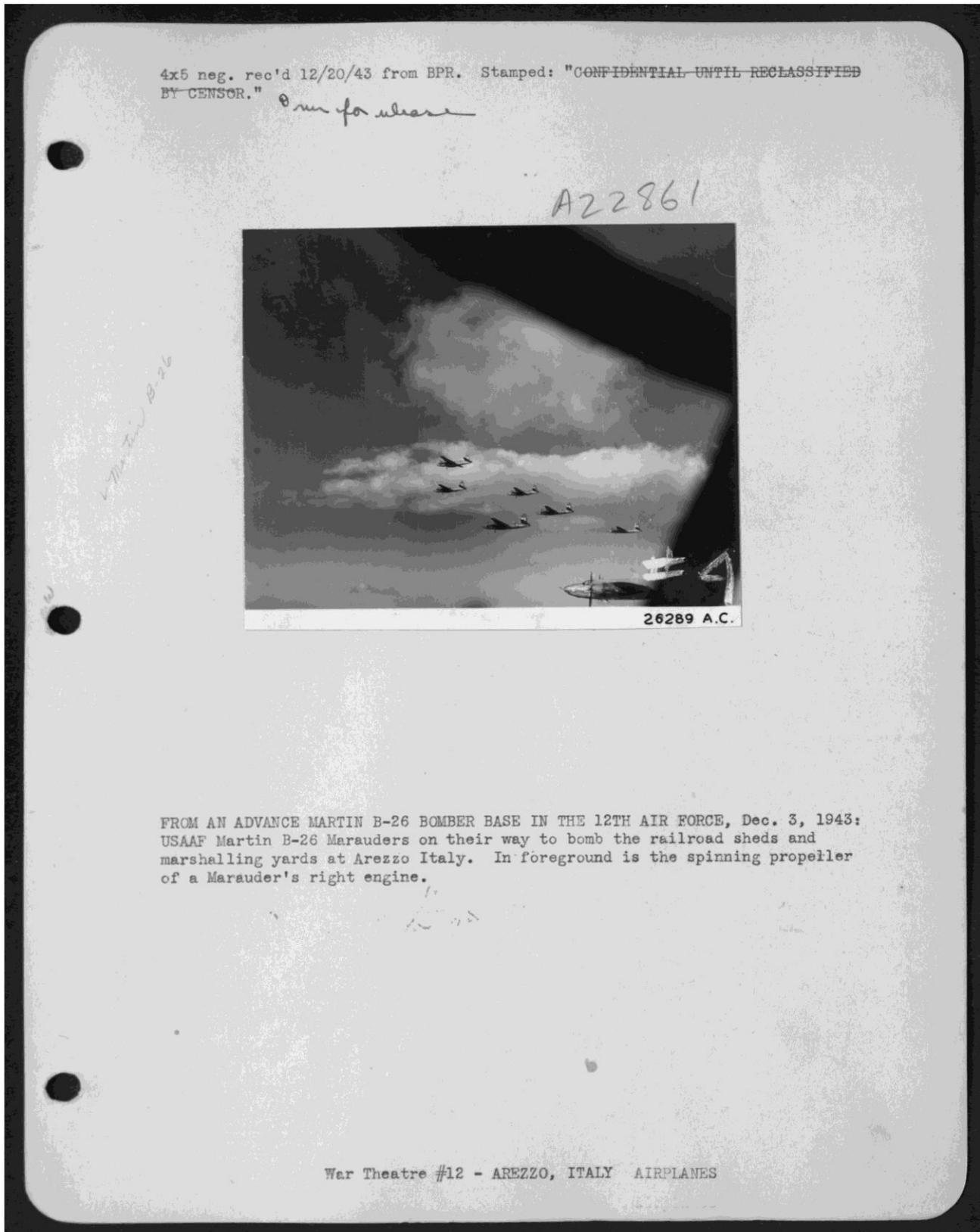


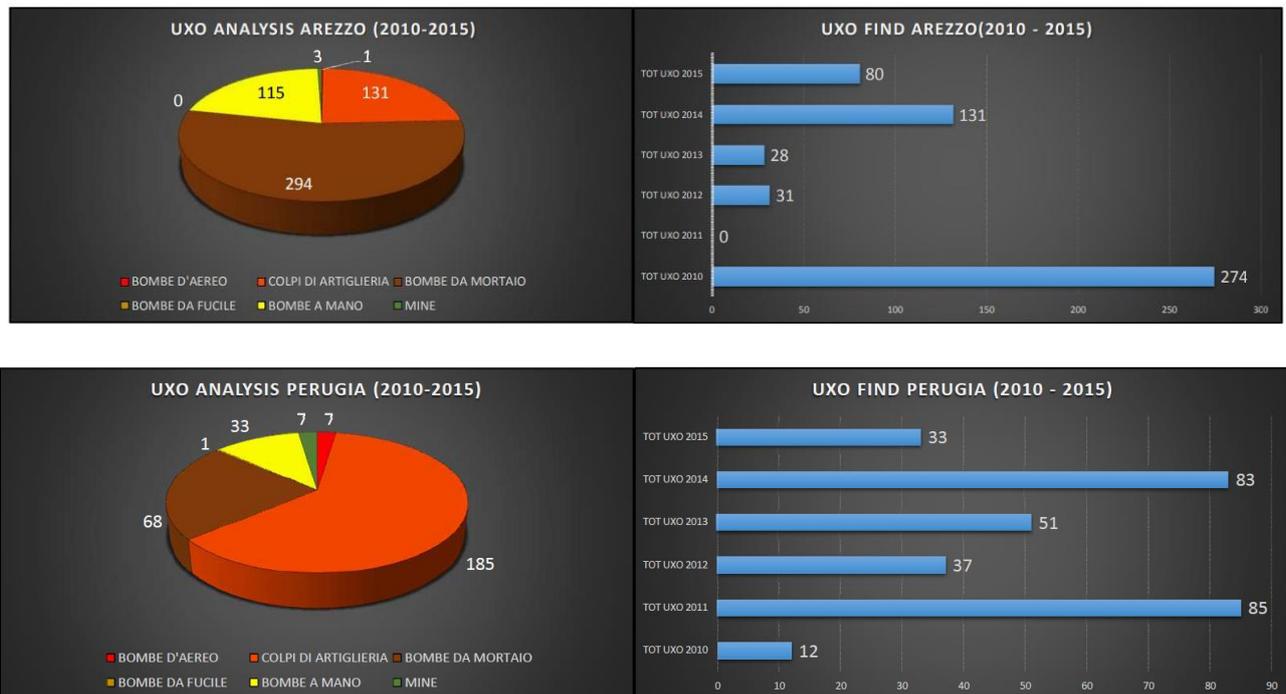
Figura 8.13 – Viaggio per bombardare capannoni ferroviari e scali di smistamento ad Arezzo il 03/12/43

PROGETTAZIONE ATI:

### 8.3. RITROVAMENTO E BRILLAMENTO ORDIGNI BELLICI

È stata effettuata una ricerca delle segnalazioni più recenti di ritrovamento, sequestro e brillamento di ordigni bellici risalenti alla Seconda Guerra Mondiale attorno all'area di interesse. Se pur la documentazione reperita non è esaustiva, è comunque indicativa della distribuzione dei ritrovamenti attorno alla zona interessata dall'intervento.

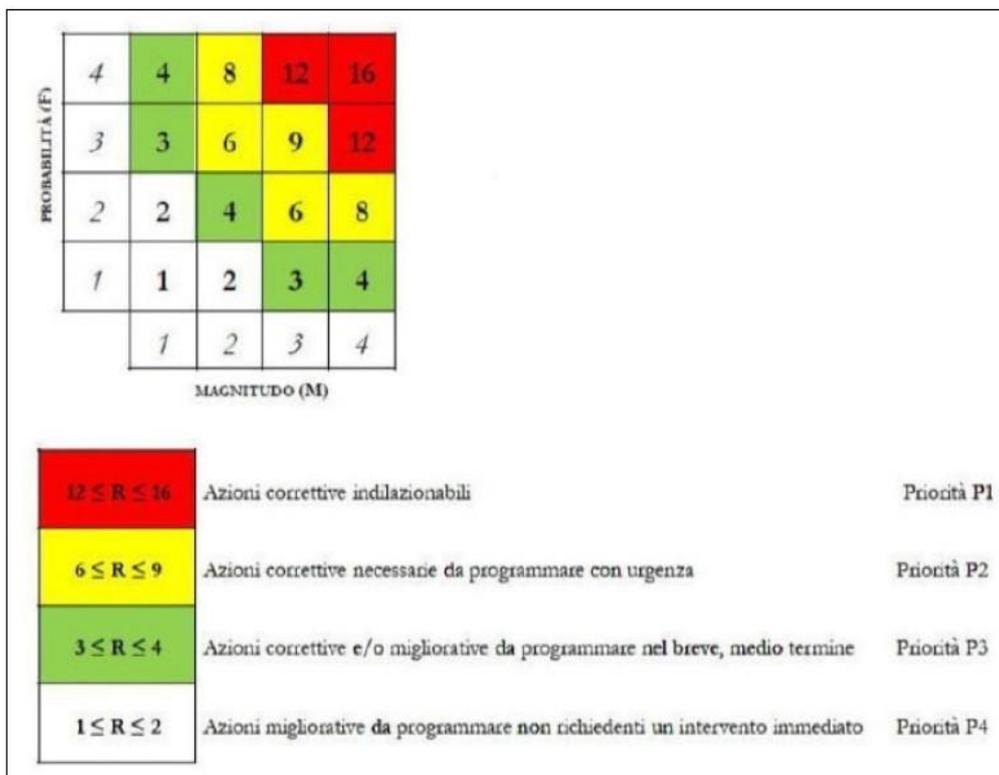
Si riporta in seguito il dettaglio dei rinvenimenti censiti ufficialmente dal Genio Militare – Ministero della difesa per il periodo 2010-2015 dei ritrovamenti riferibili al secondo conflitto mondiale nel territorio provinciale di Arezzo e Perugia.



**Figura 8.17 – Quadro provinciale rinvenimenti ufficiali 2010-2015 area Arezzo e Perugia  
[fonte: genio militare - ministero della difesa]**

### 8.4. MATRICE DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO

Nel processo generale di valutazione dei rischi residui di un determinato ambito territoriale, il criterio standard generale utilizzato prevede che il livello di rischio sia il prodotto della probabilità di rinvenimento e della gravità del danno conseguente; a tal fine si è fatto sempre ricorso al metodo della matrice, mediante la graduazione del rischio con la formula:  $R = P \times D$  dove: R = Rischio P = Pericolo D = Danno.



**Figura 8.14 – matrice standard valutazione rischi generali  
[fonte: normativa tecnica sicurezza nazionale]**

In materia di rischio bellico residuo, un siffatto approccio meramente quantitativo non consente di definire una corretta analisi del rischio residuo, in quanto la magnitudo (stima gravità potenziale danno) in materia di ordigni esplosivi, potenzialmente catastrofico, renderebbe sempre fuori scala il prodotto finale generato, a prescindere dai dati oggettivi raccolti. Ciò premesso, concentrandoci sulla criticità relativa al rischio rinvenimento ordigni residuati bellici inesplosi, la stessa normativa tecnica nazionale prevede che gli interventi di messa in sicurezza devono “ridurre il rischio fino a:

- Rischio tollerabile: rischio accettato in seguito alla ponderazione del rischio. Il rischio tollerabile è anche detto ‘rischio non significativo’ o ‘rischio accettabile’ (non sono richieste ulteriori procedure operative di dettaglio).
- Rischio residuo: rischio rimanente dopo il trattamento del rischio. Il rischio residuo comprende anche i rischi non identificabili” (rischio minore – rischio zero, come noto, non esiste).

Alla luce della normativa tecnica di riferimento applicabile in territorio nazionale (Linee Guida Sicurezza CNI 2017-2018) il Coordinatore della Sicurezza dovrà definire il livello di rischio bellico residuo ascrivibile alle future opere progettuali, basandosi sulla probabilità di rinvenimento (improbabile, possibile, probabile, molto probabile), determinando il livello di rischio secondo due ipotesi limite finali: A. Livello rischio bellico residuo “accettabile” - B. Livello rischio bellico residuo “non accettabile”.

Lo studio tecnico in esame si è sviluppato attraverso l’esecuzione di un’adeguata analisi storiografico-documentale preliminare, che consente di valutare il rischio secondo una teorica matrice allegata.

N	TIPOLOGIA AMBITO - PROBABILITÀ RINVENIMENTO (P)	LIVELLO DI RISCHIO	PROCEDURA OPERATIVA PSC
1	AREA NON INTERESSATA DA ATTIVITÀ BELLICA UFFICIALMENTE CENSITA, DI NATURA CAMPALE E/O DI NATURA AEREA	<b>BASSO – MEDIO BASSO (ACCETTABILE)</b>	<b>PROCEDURA OPERATIVA DI MESSA IN SICUREZZA EMERGENZIALE, ADOTTABILE IN CASO DI RINVENIMENTO NON PREVEDIBILE (BONIFICA OCCASIONALE)</b>
	AREA LONTANA COME RAGGIO INFLUENZA PRIMARIO E/O SECONDARIO DA OBIETTIVI MILITARI STRATEGICI NODI		
	AREA ANTROPIZZATA IN EPOCA POST-BELLICA, MEDIANTE INFRASTRUTTURE REALIZZATE OLTRE LE QUOTE PROGETTUALI PREVISTE		
	AREA GIÀ SOTTOPOSTA AD ATTIVITÀ DI BONIFICA BELLICA PREVENTIVA, OLTRE E/O FINO ALLE QUOTE PROGETTUALMENTE PREVISTE		
2	AREA INTERESSATA DA ATTIVITÀ BELLICA UFFICIALMENTE CENSITA, DI NATURA CAMPALE E/O DI NATURA AEREA	<b>MEDIO (DA INTEGRARE)</b>	<b>RICHIESTA ULTERIORE ANALISI STRUMENTALE INTEGRATIVA PER COMPLETARE IL PROCESSO DI VALUTAZIONE RISCHIO BELLICO</b>
	AREA SOLO PARZIALMENTE ANTROPIZZATA IN EPOCA POST-BELLICA, PER LA REALIZZAZIONE DI MANUFATTI, INFRASTRUTTURE ED OPERE ANNESSE		
	AREA ANTROPIZZATA IN EPOCA POST-BELLICA A QUOTE INFERIORI RISPETTO ALLE QUOTE PROGETTUALI, BALISTICAMENTE COMPATIBILI		
	AREA NON SOTTOPOSTA AD ATTIVITÀ DI BONIFICA BELLICA PREVENTIVA, FINO ALLE QUOTE CERTIFICATE E BALISTICAMENTE COMPATIBILI		
3	AREA INTERESSATA SIA DA ATTIVITÀ BELLICA UFFICIALMENTE CENSITA, SIA DI NATURA CAMPALE SIA DI NATURA AEREA	<b>ALTO - ALTISSIMO (NON ACCETTABILE)</b>	<b>PROCEDURA OPERATIVA DI MESSA IN SICUREZZA PREVENTIVA, PREVISTA PRIMA DELL’INIZIO LAVORI (BONIFICA SISTEMATICA)</b>
	AREA INTERESSATA O DA IMPORTANTE ATTIVITÀ CAMPALE O ATTIVITÀ AEREA, CERTIFICATA DA NUMEROSI RINVENIMENTI POST-BELLICI DOCUMENTATI		
	AREA NON ANTROPIZZATA IN EPOCA POST-BELLICA (AREE NATURALI) OGGETTO DI ATTIVITÀ BELLICA STORICAMENTE DOCUMENTATA		
	AREA NON SOTTOPOSTA AD ATTIVITÀ DI BONIFICA BELLICA PREVENTIVA, OGGETTO DI ATTIVITÀ BELLICA STORICAMENTE DOCUMENTATA		

**Figura 8.19 – Matrice valutazione rischio bellico adottata [fonte: linee guida sicurezza nazionali]**

PROGETTAZIONE ATI:

## 8.5. CONCLUSIONI

Obiettivo prefissato della presente analisi è valutare il livello di rischio bellico residuale potenzialmente ascrivibile al sito territoriale oggetto degli interventi di cui alle lavorazioni dell'infrastruttura denominata "S.G.C. E78 GROSSETO – FANO Tratto Nodo di Arezzo - Selci - Lama (E45)" e all' adeguamento a 4 corsie del Tratto Le Ville - Selci Lama (E45), Lotto 7, localizzate all'interno dei Comune di Anghiari e Monterchi per la regione Toscana e dei Comuni di Citerna, Città di Castello e San Giustino per la regione Umbria. Ciò al fine di consentire alle figure responsabili della valutazione rischi progettuale in corso di prevedere ulteriori procedure di valutazione o messa in sicurezza convenzionale. In conclusione, si valuta il rischio residuale alla luce dell'analisi storiografica e della successiva analisi documentale eseguite nel presente studio.

L'analisi storiografica del sito evidenzia un'importante attività bellica documentata svoltasi nel territorio occupato dalle aree interessate dal presente progetto, nel corso del secondo conflitto mondiale, di natura aerea prevalente e campale residuale.

Risultano una serie di rinvenimenti ordigni bellici di vario calibro registrati, oltre una potenziale criticità residuale in termini di rinvenimento occasionale, legata all'utilizzo del sito in epoca post-bellica per fini militari.

Dal punto di vista **storiografico**, utilizzando la matrice dei rischi adottata, è possibile definire un livello generale di rischio bellico compreso nel range **M (medio)**.

L'analisi documentale successiva, alla luce delle informazioni note e dei dati acquisiti, evidenzia un ambito territoriale specifico che è stato interessato da diversi interventi di antropizzazione, eseguiti in particolare in epoca post-bellica, che ne hanno modificato e/o alterato in modo più o meno significativo il piano campagna originario del periodo bellico esaminato.

Il progetto in esame presenta un tratto principale che si sviluppa sul sedime esistente della Strada Europea E78 "Due Mari Grosseto - Fano". Tale strada risulta, dagli atti acquisiti, realizzata in epoca post-bellica (dopo il 1947). Rimane anche in questo caso una potenziale criticità residuale in termini di rinvenimento occasionale, legata all'utilizzo del sito in epoca post-bellica per fini militari.

Dal punto di vista **documentale**, utilizzando la matrice dei rischi adottata, possiamo definire un livello generale di rischio bellico compreso nel range **M (medio)**.

In conclusione, nel processo di valutazione del rischio bellico residuo ascrivibile agli interventi previsti in questa fase progettuale, la compenetrazione tra i dati storici acquisiti e le informazioni documentali disponibili, in assenza di analisi strumentale integrativa, consentono di valutare il livello di rischio bellico residuo in modo indicativo, in relazione alla tipologia di indagini previste, secondo due ipotesi standard:

- Livello di rischio bellico generalmente accettabile nel caso d'interventi progettuali di scavo previsti su strato di terreno antropico e/o rimaneggiamento su aree sottoposte a bonifica bellica preventiva in epoca post-bellica, fino alle quote già scavate o rimaneggiate e/o oltre le profondità massime di penetrazione balisticamente compatibili per ordigni di grosso calibro storicamente documentati (- 7,00 m pc periodo bellico esaminato);
- Livello di rischio bellico generalmente non accettabile nel caso d'interventi progettuali di scavo previsti su terreno naturale e/o comunque non oggetto di rimaneggiamento e/o non oggetto di bonifica bellica preventiva in epoca post-bellica, fino alle profondità massime di penetrazione balisticamente compatibili per ordigni di grosso calibro storicamente documentati (circa -7,00 m pc periodo bellico).

I dati di produzione giornaliera necessari alla stima della durata delle operazioni di bonifica sono stati ipotizzati sulla base di dati acquisiti da lavorazioni similari eseguite su aree stradali paragonabili a quella in esame. Da tali dati, in relazione alle tipologie di perforazioni da attuare alle diverse profondità, si prevedono le seguenti tempistiche, calcolate per n. 1 squadra in opera:

- Bonifica superficiale: 3600 mq/giorno;
- Bonifica profonda fino a h=3 m: 3500 mq/giorno.
- Bonifica profonda fino a h=5 m: 2100 mq/giorno;
- Bonifica profonda fino a h=7m: 1500 mq/giorno;

Nel caso in esame, vista l'entità delle superfici da bonificare, si ipotizza almeno l'utilizzo di n. 4 squadre in opera contemporaneamente.

LAVORAZIONE	SUPERFICIE (MQ)	PRODUZIONE (MQ/GG)	SQUADRE (N)	TEMPISTICA (GG)
<b>Bonifica superficiale</b>	894.407	3600	4	62
<b>Bonifica profonda (-3,0 m)</b>	734.566	3500	4	61
<b>Bonifica profonda (-5,0 m)</b>	162.887	2100	2	39
<b>Bonifica profonda (-7,0 m)</b>	27.293	1500	1	18

Dai dati riferiti alle superfici da bonificare si stimano complessivamente n. 180 giorni solari per lo svolgimento delle opere di bonifica previste, arrotondati poi a **185 gg** in sede di redazione del cronoprogramma per tenere conto di eventuali imprevisti.

## **9. STIMA DEI COSTI DELLE ATTIVITÀ DI BONIFICA**

Sulla base di quanto riportato nell'elenco prezzi ANAS – “Prove, Indagini e Monitoraggio” è stato possibile effettuare la stima, al netto di lavorazioni legate ad eventuali ritrovamenti di ordigni inesplosi, dei costi legati alle attività di BOB.

L'importo complessivo di queste lavorazioni ammonterà a **€ 3.886.054,70** oltre oneri della sicurezza.