



COMUNE DI BARANO D'ISCHIA

CITTA' METROPOLITANA DI NAPOLI

Stazione di cura, soggiorno e turismo

Ufficio Tecnico

Settore lavori pubblici, demanio, edilizia privata ed urbanistica

Lavori di adeguamento sismico della Casa Comunale sita in via Corrado Buono - Barano d'Ischia



**PROGETTO DEFINITIVO
ESECUTIVO**

ELABORATO

PDE.ED.01

RELAZIONE GENERALE

Progettazione

STCV S.r.l.

Corso Vittorio Emanuele, 715
80122 Napoli



Responsabile Unico del Procedimento



(ing. Giovanni Di Marco)

(ing. Crescenzo Ungaro)

Revisione	data	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato
0	Ottobre 2019	Emissione	Esposito	Flaminio	Di Marco

INDICE

1.	GENERALITA'	1
2.	IL PROGETTO A BASE DI GARA	2
3.	IL PIANO DI INDAGINI	3
3.1.	Analisi storico-critica	3
3.2.	Rilievo geometrico-strutturale	3
3.3.	Caratterizzazione meccanica dei materiali	4
4.	ASPETTI DI NATURA GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA	5
5.	CRITERI PROGETTUALI ADOTTATI E DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO	7
6.	CRONOPROGRAMMA	10
7.	QUADRO ECONOMICO DI SPESA	11

1. GENERALITA'

Con atto n. 85/UTC del 06/06/2019 il Responsabile del servizio ha determinato l'aggiudicazione definitiva dei **servizi di progettazione definitiva ed esecutiva**, incluso prestazioni accessorie, direzione lavori e contabilità, sicurezza e coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, relativamente all'intervento denominato "**Lavori di adeguamento sismico della casa comunale**" in favore dell' **ing. Giovanni Di Marco**, in qualità di Amministratore Unico dello studio/società **STCV Srl**, sulla base dell'offerta tecnica e dell'offerta economica da questi presentata in sede di gara.

La presente Relazione Generale descrive e motiva le scelte tecniche del progetto, alla luce delle indagini effettuate, con particolare riguardo agli aspetti afferenti:

- La geologia,
- La geotecnica,
- La sismica,
- La sicurezza,
- La manutenzione delle opere,
- Il valore economico delle opere.

Con Determina del Responsabile UTC n.73 del 01/08/2019 è stato altresì affidato alla **dott.ssa geol. Filomena Miragliuolo** l'incarico di realizzare le indagini geognostiche e di redigere la **Relazione Geologica** dell'area interessata dall'intervento.

2. IL PROGETTO A BASE DI GARA

Lo studio preliminare è stato redatto dall' UTC ed ha evidenziato per il grado di sicurezza, originariamente previsto dall'edificio, un *“evidente decremento a seguito del decadimento delle caratteristiche di resistenza dei materiali, del distacco del copriferro, dell'innescò di fenomeni di carbonatazione con conseguente ossidazione delle armature”*

A fronte di ciò veniva proposta nell'immediato l'esecuzione di *“opere di riparazione o intervento locale, che siano in grado di realizzare, quantomeno la configurazione precedente al danno senza causare sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti”* e successivamente *“procedere ad una campagna di indagini e prove più approfondite e dettagliate, che consenta: di raggiungere un livello di conoscenza tale da potere eseguire una modellazione per la valutazione del comportamento sismico della struttura e la vulnerabilità attesa; di procedere alla redazione di un eventuale progetto di adeguamento previsto per il raggiungimento dei livelli prestazionali che l'edificio, rientrando tra quelli di IV classe con funzioni pubbliche o strategiche importanti, deve garantire nel suo complesso anche in caso di calamità”*

Nell'ambito dello stesso studio è stata ricostruita la storia del fabbricato. Nello specifico dall'esame degli atti disponibili presso gli Uffici del Comune di Barano d'Ischia si è ricavato che il progetto esecutivo originario, redatto dall'ing. Franco Tiscione, fu approvato con delibera di G.M. n. 26 del 02.04.1968 e trasmesso all'Ufficio del Genio Civile di Napoli con nota n. 1295 in data 09.04.1968. Tuttavia, del succitato progetto, non è stata rinvenuta copia alcuna, così come non è stata riscontrata la presenza di atti relativi al collaudo dell'opera stessa. Successivamente, in data 11.05.1981, fu approvato con delibera di G.M. n. 109, il progetto di completamento del piano terra riguardante opere accessorie e finiture.

3. IL PIANO DI INDAGINI

Per edifici esistenti l'analisi storico-critica ed il rilievo geometrico-strutturale devono evidenziare i seguenti aspetti:

- la costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione;
- possono essere insiti e non palesi difetti di impostazione e di realizzazione;
- la costruzione può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti;
- le strutture possono presentare degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.

Nella definizione dei modelli strutturali, si dovrà, inoltre, tenere conto che:

- la geometria e i dettagli costruttivi sono definiti e la loro conoscenza dipende solo dalla documentazione disponibile e dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive;
- la conoscenza delle proprietà meccaniche dei materiali non risente delle incertezze legate alla produzione e posa in opera ma solo della omogeneità dei materiali stessi all'interno della costruzione, del livello di approfondimento delle indagini conoscitive e dell'affidabilità delle stesse;
- i carichi permanenti sono definiti e la loro conoscenza dipende dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive.

3.1. Analisi storico-critica

Ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale esistente e del suo stato di sollecitazione è stato importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dal manufatto, nonché gli eventi che lo hanno interessato.

Come già riportato nel capitolo precedente, il progetto esecutivo originario, redatto dall'ing. Franco Tiscione, fu approvato con delibera di G.M. n. 26 del 02.04.1968 e trasmesso all'Ufficio del Genio Civile di Napoli con nota n. 1295 in data 09.04.1968. Dello stesso non è stata rinvenuta copia alcuna, così come non è stata riscontrata la presenza di atti relativi al collaudo. Successivamente, in data 11.05.1981, fu approvato con delibera di G.M. n. 109, il progetto di completamento del piano terra riguardante opere accessorie e finiture. Anche di questo progetto non è stata rinvenuta copia ma, in base alle risultanze dei rilievi successivi, è opinione dello scrivente che abbia riguardato l'esecuzione del corpo più basso, realizzato nell'angolo Nord-Est del fabbricato, contenente i locali caldaia e i bagni della sala consiliare.

3.2. Rilievo geometrico-strutturale

Data l'assenza di elaborati progettuali originali, per raggiungere un adeguato livello di conoscenza il rilievo del fabbricato è stato eseguito in più fasi. In una prima fase è stato eseguito un **rilievo geometrico completo ex-novo** di tutto l'edificio, sia degli ambienti interni che di tutta l'area esterna.

In una seconda fase, dopo che è stata definita la geometria, sono state effettuate indagini volte ad individuare gli elementi costruttivi, principali e secondari, ed i dettagli strutturali. Una **estesa indagine in situ** è stata svolta con l'ausilio di camera termografica e di pacometro ed ha consentito di definire con precisione le dimensioni e le armature di tutti gli elementi strutturali.

3.3. Caratterizzazione meccanica dei materiali

Per conseguire un'adeguata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, non potendo basarsi sulla documentazione disponibile, sono state eseguite delle **estese prove in situ**. I valori delle resistenze meccaniche dei materiali sono stati valutati sulla base delle prove effettuate sulla struttura e prescindono dalle classi discretizzate previste nelle norme per le nuove costruzioni. Nello specifico, per le successive prove di laboratorio, sono state eseguite:

- n. 8 prelievi di carote di calcestruzzo;
- n. 4 prelievi di barre di armatura.

Come ulteriori prove non distruttive sono state eseguite:

- n. 15 indagini sclerometriche;
- n. 15 indagini ultrasoniche;
- n. 15 indagini SONREB;
- n. 8 prove durometriche.

Le prove non distruttive sono state ulteriormente tarate sui risultati di laboratorio delle prove distruttive (cfr. §C8.5.4.2 della Circolare esplicativa delle NTC 2018).

4. ASPETTI DI NATURA GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA

Le proprietà meccaniche dei terreni sono state investigate mediante specifiche prove mirate alla ricostruzione del modello geologico ed alla caratterizzazione sismica del sito. Per maggiori dettagli si veda l'allegato "PDE.ED.03 - Relazione Geologica" a cui si rimanda integralmente.

Il modello geologico è stato ricostruito avvalendosi, oltre che dei dati di carattere bibliografico e di osservazioni di campagna, di una indagine penetrometrica dinamica pesante spinta fino ad una profondità di 12.90 m dal p.c..

La caratterizzazione sismica del sito è stata eseguita tramite la misurazione della velocità delle onde di taglio negli strati del sottosuolo.

Le indagini effettuate, mirate alla valutazione della velocità delle onde di taglio ($V_{S,30}$), permettono di classificare il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, risultato essere di categoria **C** [**C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti**].

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al §3.2 del D.M. 2018 "Norme tecniche per le Costruzioni".

In particolare il procedimento per la definizione degli spettri di progetto per i vari Stati Limite per cui sono state effettuate le verifiche è stato il seguente:

- definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, il cui uso combinato ha portato alla definizione del Periodo di Riferimento dell'azione sismica.
- Individuazione, tramite latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base a_g , F_0 e T_c^* per tutti e quattro gli Stati Limite previsti (SLO, SLD, SLV e SLC); l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio.
- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.
- Calcolo del periodo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

L'edificio è stato progettato per una **Vita Nominale** pari a **50** e per **Classe d'Uso** pari a **4**.

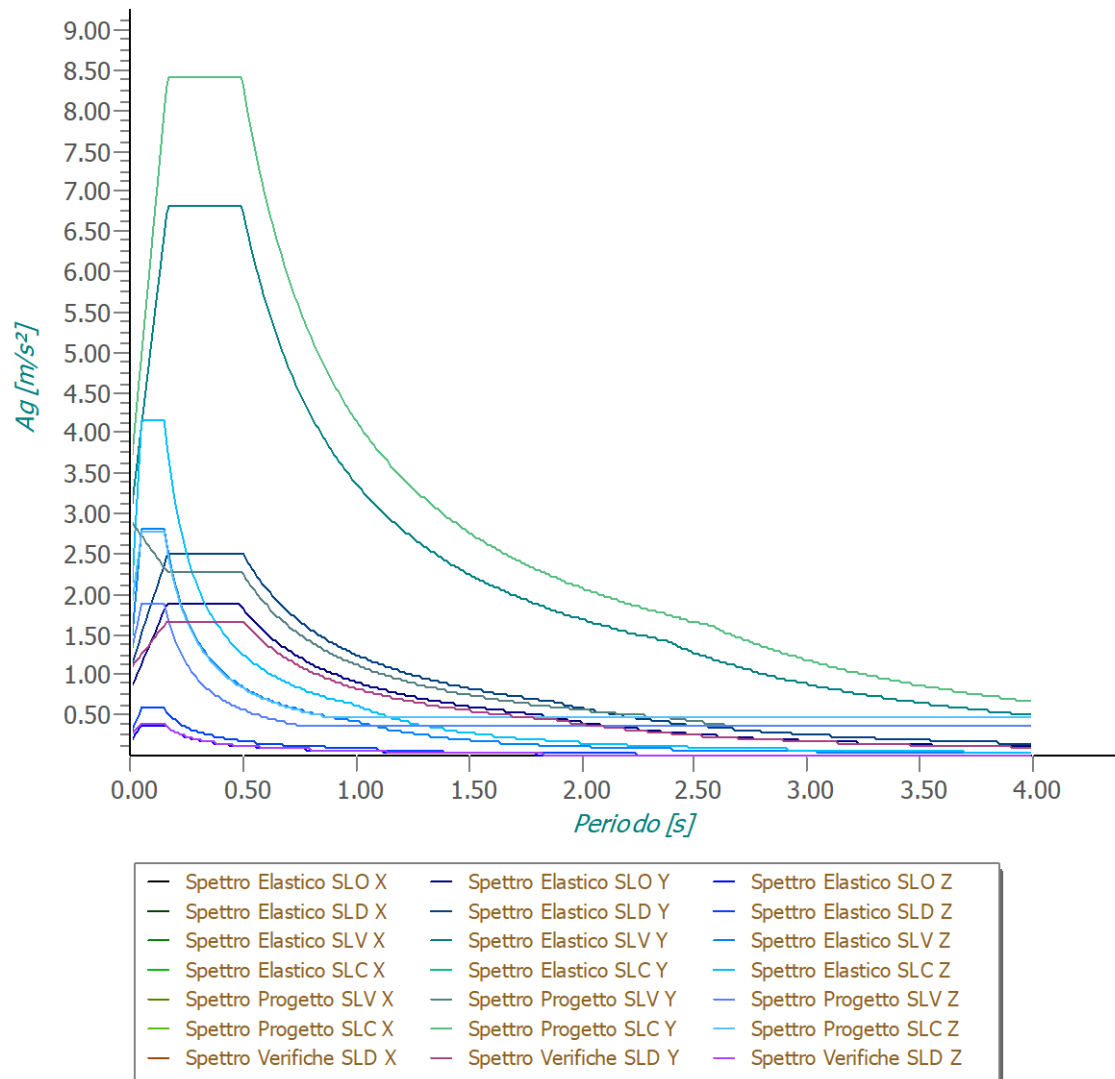
In base alla caratterizzazione del suolo, classificato come **categoria C**, sono stati definiti i seguenti valori per i parametri necessari alla costruzione degli spettri di risposta orizzontale e verticale:

Parametri di pericolosità sismica

Stato Limite	a_g/g	F_0	T_c^*	C_c	T_B	T_c	T_D	S_s
	[-]	[-]	[s]	[-]	[s]	[s]	[s]	[-]
SLO	0.0505	2.332	0.316	1.54	0.162	0.485	1.802	1.50
SLD	0.0674	2.337	0.327	1.52	0.166	0.497	1.870	1.50
SLV	0.1925	2.333	0.325	1.52	0.165	0.495	2.370	1.43
SLC	0.2430	2.427	0.323	1.52	0.164	0.493	2.572	1.35

Si è inoltre assunto il **Coefficiente di Amplificazione Topografica** (S_T) pari a **1.08**.
Gli spettri utilizzati sono riportati nella successiva figura.

Grafico degli Spettri di Risposta



Il calcolo delle azioni sismiche è stato eseguito in analisi dinamica modale, considerando il comportamento della struttura in regime elastico lineare.

5. CRITERI PROGETTUALI ADOTTATI E DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

L'edificio si sviluppa su due piani di circa 400 mq cadauno; la distribuzione planimetrica prevede al piano inferiore gli uffici dell'anagrafe, gli archivi, la sala del Consiglio comunale e le stanze della Corpo di Polizia Municipale, al piano superiore sono allocati tutti gli altri uffici del Municipio.

L'ingresso principale è realizzato dal piano superiore mentre al piano inferiore si accede da diversi ingressi secondari nonché dalla scala interna realizzata con soletta rampante.

La struttura è del tipo intelaiata in c.a. con solai in latero-cemento sia interamente gettati in opera, di spessore 40cm, che con travetti tralicciati, di spessore 20 cm.

I telai esistenti in c.a. sono costituiti da travi emergenti di grandi dimensioni, sia in termini di luce che di sezione, e da pilastri dimensionati essenzialmente per soli carichi verticali. Lungo la parete ad ovest del fabbricato è stata riscontrata la presenza di due travate in falso (vd. Tavole grafiche dello stato di fatto).

Le fondazioni sono del tipo diretto realizzate con plinti collegati con travi debolmente armate.

Le indagini ed i rilievi, effettuate in più riprese sull'edificio, hanno evidenziato una serie di criticità:

- **Carenza di elementi verticali sismo-resistenti:** la struttura è stata essenzialmente dimensionata per soli carichi verticali e non ha telai in grado di assorbire adeguatamente l'azione sismica a causa delle ridotte dimensioni dei pilastri (la sezione dei pilastri varia da un minimo di 30x30 ad un massimo di 40x50 a fronte di travi alte anche 90 cm) e per la quasi assenza di setti (gli unici due rispondono esclusivamente ad esigenze geometriche non essendo collegati a telai);
- **Caratteristiche basse del calcestruzzo:** le indagini in situ (distruttive e non) hanno evidenziato, in particolar modo al piano inferiore, un avanzato stato di degrado ed un alto livello di carbonatazione dei calcestruzzi con conseguenti *valori della resistenza bassi* (valori della resistenza cubica a compressione media pari a 22.32 N/mm² al piano inferiore e 29.27 N/mm² al piano superiore);
- **Elevato stato di degrado degli elementi strutturali maggiormente esposti:** analogamente a quanto precedentemente detto per i calcestruzzi, anche gli acciai, per il degrado degli elementi maggiormente esposti ha evidenziato un elevato livello di ossidazione con riduzione della sezione e conseguente espulsione dei copri ferri;
- **Scelte progettuali antitetiche rispetto agli attuali criteri progettuali per strutture in zona sismica:** le scelte progettuali effettuate all'epoca della costruzione dell'edificio, come per quasi tutti i fabbricati di pari età, *non rispondono ai minimi requisiti antisismici* oggi fondamentali; nello specifico sono stati riscontrati:
 - pilastri piccoli, dimensionati per soli carichi verticali, e travi di luce e sezione molto grandi che, sotto sisma, **comporterebbero l'insorgere di meccanismi di collasso locali** (c.d. piani soffici) rispetto ad un meccanismo globali che consentirebbe la migliore risposta dell'edificio;

- travi portanti poggiate in falso su travi a sbalzo con conseguente **notevole eccentricità del carico su pilastri** per di più scarsamente armati;
- **corpi bassi aggiuntivi** realizzati in epoca successiva e senza l'impiego di giunti sismici atti a preservare la struttura originari.

Le criticità sopra esposte hanno portato ad **escludere interventi poco invasivi**, quali incamiciature e placcaggio con FRP o acciaio, in quanto questi presuppongono l'esistenza di un adeguato materiale di base su cui applicare le placche in acciaio o le fibre. Nel nostro caso il materiale esistente ha caratteristiche non sufficienti a garantire, anche in seguito al rinforzo, una adeguata resistenza.

Si è pertanto individuato, come rinforzo dei pilastri e delle travi, **l'intervento di incamiciatura in c.a.**; nello specifico si opererà rimuovendo dapprima il calcestruzzo ammalorato e pulendo le armature e, successivamente, si realizzerà una incamiciatura in calcestruzzo di spessore 10 cm adeguatamente armato. D'altro canto, **l'assenza di armature di confinamento e particolari costruttivi specifici nei nodi trave/pilastro** richiede interventi mirati realizzabili solo tramite l'incamiciatura in c.a. con inghisaggio di staffe nel nodo che vanno ad ancorarsi nella camicia aggiuntiva.

Per sopperire all'assenza, di fatto, di telai sismoresistenti si è operato inserendo, compatibilmente con l'architettura del fabbricato, n. 7 **setti in c.a.** in grado di assorbire l'azione sismica di progetto, distribuiti nelle due direzioni principali e che sviluppano per tutta l'altezza del fabbricato.

Gli interventi in elevazione, anche in assenza di aumenti di carico verticale, hanno comportato, sotto sisma, ad un aggravio delle sollecitazioni trasmesse alle fondazione. La soluzione proposta, pertanto, prevede una la modifica del sistema fondale passando quindi da una fondazione su plinti collegati ad una **fondazione su graticcio di travi**. L'intervento consta di un allargamento delle travi di collegamento con conseguente realizzazione di una efficace connessione con i setti di progetto e con i pilastri incamiciati.

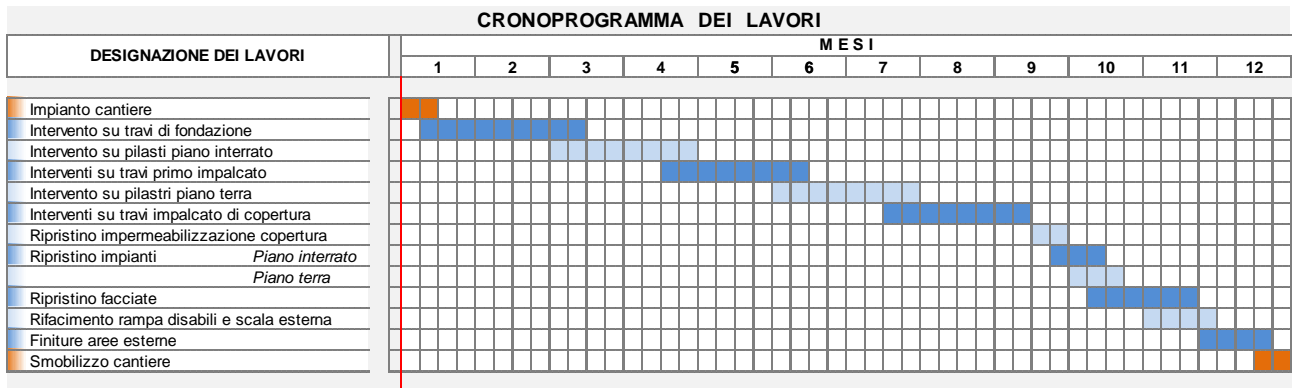
Le **criticità riscontrate** nello stato di fatto e la **vastità dell'intervento** richiesto per conseguire un adeguamento sismico dell'edificio **ha ridotto**, di fatto, **i vantaggi sia in termini economici che di tempo rispetto ad un intervento di demolizione e ricostruzione ex-novo dell'edificio**. E' evidente, infatti, che un siffatto intervento comporterà comunque **la totale inutilizzabilità del fabbricato** durante tutto il periodo dei lavori sia per esigenze di sicurezza che per la necessità di demolire e successivamente ricostruire gran parte delle tramezzature, dei tompani e degli impianti, anche per adeguarli al fine di garantirne la funzionalità o la stabilità sottosisma (cfr. §7.3.6 NTC 2018).

E' comunque opinione del progettista che la **demolizione e ricostruzione ex-novo sia invece di gran lunga preferibile** sia da un punto di vista tecnico, proprio per **la complessità dell'intervento proposto che risentirebbe di eventuali ulteriori carenze, ad oggi non previste ed imprevedibili, che potrebbero emergere in fase di esecuzione** (a titolo di esempio: stato di degrado maggiore di quello riscontrato sugli elementi accessibili, ulteriori difetti di costruzione, ecc...), sia da un punto di vista economico per i **maggiori costi di manutenzione** a cui va incontro un edificio così

modificato. Infatti, la Vita Nominale con cui è dimensionata l'opera sarebbe la stessa sia per edifici nuovi che per edifici esistenti soggetti ad adeguamento ma ***sono invece differenti gli interventi di manutenzione necessari all'opera per mantenere i livelli prestazionali richiesti.***

6. CRONOPROGRAMMA

Per l'esecuzione delle opere è prevista una durata dei lavori di complessivi 12 mesi come da cronoprogramma di seguito riportato.



7. QUADRO ECONOMICO DI SPESA

Il costo delle opere è stato stimato adottando i prezzi desunti dalla Tariffa della Regione Campania edizione anno 2018 ed, ove mancanti, da apposite analisi prezzi desunte dall'applicazione dei prezzi medi di mercato per le singole categorie di lavoro.

QUADRO TECNICO ECONOMICO			
1)	TOTALE LAVORI A MISURA	€	743 082,78
2)	Oneri aggiuntivi per l'attuazione dei piani di sicurezza	€	98 470,03
A)	TOTALE LAVORI E ONERI AGGIUNTIVI 1) + 2)	€	841 552,81
SOMME A DISPOSIZIONE DELL' AMM.NE :			
B.1	Imprevisti circa 5% di A)	€	36 707,04
B.2	Lavori in economia e forniture a fattura	€	33 517,99
B.3	Spese tecniche :		
SPESE TECNICHE PER PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED			
B.3.1	ESECUTIVA, COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE, DIREZIONE LAVORI	€	94 094,30
B.3.2	COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE	€	21 064,40
B.3.3	COLLAUDO TECNICO AMMINISTRATIVO IN CORSO D'OPERA, COLLAUDO STATICO IN CORSO D'OPERA	€	26 625,41
B.3.4	RELAZIONE GEOLOGICA	€	1 600,00
B.3.5	RILIEVO, INDAGINI	€	1 000,00
B.3.6	FONDO INCENTIVANTE	€	16 800,00
B.3.7	SPESE TECNICHE PER SUPPORTO AL RUP	€	29 877,76
B.4	SPESE DI PUBBLICITA'	€	3 500,00
B.5	SPESE DI GARA	€	15 000,00
B.6	ONERI DI DISCARICA, ANALISI MATERIALE DI RISULTA (A PRESENTAZIONE FATTURA)	€	10 000,00
B.7	ECONOMIE DI GARE	€	5 857,00
B.8	I.V.A ed eventuali altre imposte :		
	C.N.P.A.I.A. 4%	4,0% €	6 087,90
	I.V.A. sui lavori	10,0% €	84 155,28
	I.V.A. su imprevisti	10,0% €	3 670,70
	I.V.A. su lavori in economia e forniture a fattura	10,0% €	3 351,80
	I.V.A. su spese tecniche e consulenze	22,0% €	38 337,61
	I.V.A. su oneri di discarica	22,0% €	2 200,00
		B.8 tot. €	137 803,29
B)	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	€	433 447,19
TOTALE PROGETTO (A+B)			
		€	1 275 000,00