

9. Sintesi del progetto (max 20 righe)

(può essere oggetto di pubblicazione)

L'impiego di fonti proteiche di natura vegetale, quali legumi e sottoprodotti della molitura del frumento, rappresenta un'applicazione necessaria per l'ottenimento di alimenti sostenibili. L'utilizzo di tali matrici è però spesso limitato dalla presenza di metaboliti secondari che formano complessi con le proteine riducendone la biodisponibilità. Tuttavia, tra i legumi, la fava contiene altri fattori anti-nutrizionali, quali vicina e convicina, tossici per i soggetti affetti da favismo. Al fine di ridurre il contenuto di tali composti, sono stati applicati diversi metodi e tra questi, la fermentazione è quella che ha permesso l'ottenimento dei risultati migliori con un ulteriore miglioramento delle caratteristiche sensoriali e nutrizionali.

L'obiettivo del seguente progetto è stato quello di sviluppare prodotti innovativi arricchiti in proteine da utilizzare come ingredienti nella preparazione di diverse categorie di alimenti. A tale scopo, enzimi commerciali ad uso alimentare e batteri lattici isolati da lievito naturale di fava sono stati caratterizzati per capacità nutrizionali (attività proteolitica e antiossidante, riduzione di fattori anti-nutrizionali), pro-tecnologiche (produzione di esopolisaccaridi) e probiotiche (sopravvivenza nelle condizioni ostili del tratto gastro-intestinale, attività antimicrobica nei confronti di microrganismi patogeni). Crusca e fava sono, quindi, state sottoposte a protocolli biotecnologici di trasformazione tramite l'utilizzo di enzimi e batteri lattici selezionati. A seguito della trasformazione, crusca e fava sono state utilizzate per implementare la formulazione di pane e pasta fortificati.

Parole chiave

Enzimi, fermentazione lattica, protocolli biotecnologici, crusca, fava, prodotti alimentari fortificati

10. Relazione del progetto (totale max. 10 pagine)**WP1. Selezione e screening di enzimi e starter.**

La disponibilità delle proteine nella crusca è limitata dalla struttura degli strati esterni, le cui pareti cellulari sono composte per la maggior parte da carboidrati insolubili e lignine, e dalla presenza di composti quali fitati e strato aleuronico che formano complessi insolubili. A tal proposito, il gruppo di ricerca dell'Università di Helsinki (Finlandia), ha selezionato due enzimi commerciali, Depol 761P (Biocatalysts Ltd., Cardiff, UK) e Viscoferm (Novozymes, Bagsværd, Denmark), per la capacità di idrolizzare le fibre e facilitare il rilascio di proteine.

Sempre in collaborazione con l'Università di Helsinki, è stato condotto lo studio del microbiota di lieviti naturali ottenuti da farine di fava italiana (It) e finlandese (Fi) (*Vicia faba major* e *V. faba minor*, rispettivamente) secondo la procedura dei rinfreschi, per 14 giorni. Una maggiore diversità microbica è stata riscontrata nel lievito naturale di fava finlandese, che conteneva ancora tegumenti esterni residui della molitura. In entrambi i lieviti naturali, batteri appartenenti al genere *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides* e *Weissella koreensis* sono quelli isolati con maggiore frequenza. Mentre *Lactobacillus sakei*, comunemente utilizzato in molte bevande fermentate, è stato l'unico appartenente al genere *Lactobacillus*, isolato da fava Fi, dal primo all'ultimo rinfresco. 27 ceppi isolati sono stati successivamente studiati per una serie di caratteristiche nutrizionali, tecnologiche e funzionali. È stato determinato il profilo fermentativo degli isolati tramite Biolog. Tutti i ceppi sono stati capaci di metabolizzare glucosio, fruttosio, cellobiosio, mannosio, maltosio, maltotriosio e destrine. Nello specifico *P. pentosaceus* I02, I147, I014, I76, I56, *Leuc. mesenteroides* I01, e *W. koreensis* I19 hanno mostrato la maggiore intensità di consumo dei sopraccitati carboidrati. Solo 7 ceppi su 27 hanno metabolizzato il raffiniosio (fattore anti-nutrizionale che provoca disturbi gastro-intestinali) e *Leuc. mesenteroides* I01 e I57 con la maggiore intensità.

I ceppi sono stati caratterizzati per diverse attività enzimatiche. Tra le attività proteolitiche, la PepN è stata quella con i valori più elevati, variando da 0 a 2,472 U. Nello specifico *P. pentosaceus* F77 ha mostrato l'attività maggiore, mentre tutti gli altri ceppi di *P. pentosaceus*, tranne I147, hanno superato il valore della mediana (0,987 U). Al contrario le PepA e PepO sono state più basse, variando da 0 a $0,250 \pm 0,030$ U e solo *P. pentosaceus* F09 aveva PepA di $1,650 \pm 0,120$. Tutti i ceppi appartenenti al genere *Pediococcus* e *W. koreensis* I149, hanno mostrato attività β -glucosidasi maggiore della mediana (0,015 U). Nonostante le differenze, l'attività fitasica era largamente distribuita tra i diversi ceppi (da 0 a $0,958 \pm 0,013$ U), solo 6 ceppi sono risultati incapaci di agire sul sodio fitato.

Gli isolati sono stati caratterizzati anche per la capacità di sintetizzare esopolisaccaridi (EPS), dal momento che la loro produzione durante la fermentazione migliora le proprietà tecnologiche e fisico-chimiche degli alimenti. Tutti i ceppi di *W. koreensis* e *W. cibaria* hanno mostrato una notevole produzione, mentre quelli di *Leuc. mesenteroides* in debole misura. Non è stata osservata alcuna produzione per i ceppi di *Pediococcus* spp., *Lb. sakei*, *Enterococcus* spp., and *Lc. lactis*.

Solo 4 ceppi appartenenti alla specie *P. pentosaceus*, hanno mostrato capacità di sopravvivenza alle condizioni ostili del tratto gastro intestinale. La maggiore attività inibitoria nei confronti di patogeni del tratto gastro-intestinale quali *L. monocytogenes*, invece, è stata osservata per *P. pentosaceus* I014, I56, I147, I214, F77, F213, *Lactococcus lactis* F55, *W. cibaria* F110, *W. koreensis* F11 e F113. Non è stata riscontrata alcuna attività nei confronti di *Staphylococcus aureus*, mentre 8 ceppi (*P. pentosaceus* I02, I014, I76, I147, F01, *W. koreensis* I19, F113 e *E. casseliflavus* F05) hanno mostrato un'intensa attività antimicrobica verso *Escherichia coli* DSM30083.

WP2. Messa a punto di processi biotecnologici per le crusche.

Una serie di protocolli per la trasformazione delle crusche sono stati messi a punto ed ottimizzati. Frazioni di crusca aventi differente granulometria (750, 400, 160 e 50 μm) sono state fermentate per 8 e 24h con *Lactobacillus brevis* e *Kazachstania exigua* con e senza l'aggiunta di una miscela di enzimi ad attività carbossilasica. Le cinetiche di crescita e acidificazione hanno mostrato una maggiore crescita nelle crusche con dimensioni di particelle di 160 e 50 μm .

Un secondo protocollo ha determinato l'influenza del rilascio di proteine a seguito dell'attivazione di enzimi endogeni, acidificando il mezzo, e dell'aggiunta di enzimi proteolitici. I trattamenti in condizioni acide hanno significativamente migliorato la solubilizzazione delle proteine, soprattutto quando sono state attivate le sole proteasi endogene. La fermentazione controllata attraverso l'aggiunta di *starter*, associata all'aggiunta di enzimi degradanti la parete cellulare, ha però consentito una maggiore digeribilità *in vitro* delle proteine e un incremento dell'attività fitasica e del rilascio di fenoli.

WP3. Messa a punto di processi biotecnologici per la fava.

Impasti di farina di fava (It e Fi) e acqua sono stati fatti fermentare spontaneamente. Al quinto giorno di propagazione, è stato possibile ottenere un lievito naturale maturo, con una buona capacità acidificante. Già dal secondo rinfresco, si ha avuto un raddoppio dell'acidità di titolazione e un progressivo incremento della concentrazione di acidi lattico e acetico, maggiore per la fava Fi, rispetto a quella It. A seguito della fermentazione spontanea sono stati osservati un incremento di peptidi e amminoacidi, un decremento di oligosaccaridi quali, raffinoso, stachioso e verbascosio e un decremento di tannini condensati, fattori anti-nutrizionali che possono formare complessi insolubili con le proteine.

Successivamente, ogni ceppo isolato dal lievito naturale è stato singolarmente impiegato come starter per la fermentazione di impasti di fava. Dal momento che la degradazione delle proteine influisce sul miglioramento della digeribilità dei peptidi e sulla disponibilità degli amminoacidi, i ceppi sono stati caratterizzati per l'attività proteolitica. La capacità proteolitica dei ceppi è stata valutata quantificando il contenuto in peptidi e amminoacidi liberi a fine fermentazione. Prima della fermentazione, l'impasto controllo ha mostrato valori di $9,32 \pm 0,29$ mg di peptidi/g e $0,73 \pm 0,08$ mg di amminoacidi/g. A fine fermentazione, 21 ceppi su 27 sono stati capaci di raddoppiare la concentrazione iniziale di peptidi, portando a valori da $17,17 \pm 0,42$ a $20,91 \pm 0,32$ mg/g. Gli impasti fermentati con *Pediococcus* spp. I56 e *Lb.s sakei* F1410 hanno mostrato la maggiore concentrazione di amminoacidi liberi ($2,87 \pm 0,09$ e $2,86 \pm 0,07$ mg/g, rispettivamente). Tutti gli altri ceppi, invece, hanno portato ad un aumento di due o tre volte la concentrazione iniziale di amminoacidi. I valori più bassi di peptidi sono stati osservati negli impasti fermentati da *Leuc. mesenteroides* I01, I21, I57 e *Lb. sakei* F1410. A seguito delle attività enzimatiche dei batteri lattici, per tutti gli impasti è stato osservato un incremento della concentrazione di composti fenolici tranne che per quelli fermentati da *Lb. sakei* F1410. Gli altri 26 ceppi hanno portato a un incremento nella concentrazione di fenoli totali fino al 38%, i valori maggiori sono stati osservati per *P. pentosaceus* I214, F01, F113, i cui impasti avevano, rispettivamente, valori pari a $1,78 \pm 0,25$, $1,84 \pm 0,29$ e 1.81 ± 0.22 mg catechina eq/100g. È stata determinata anche l'attività antiossidante degli estratti metanolici degli impasti fermentati, ma non sono state osservate differenze significative tra i campioni tranne che per *P. pentosaceus* I76, I147 e *Lb. sakei* F1410 a cui corrispondevano i valori più bassi.

Inoltre, è stato valutato l'effetto di un processo di separazione tramite *air classification* e della fermentazione sulla riduzione di fattori anti-nutrizionali quali vicina e convicina, inibitori della tripsina, tannini condensati e acido fitico. L'*air classification* ha permesso la separazione della farina in frazioni ricche in proteine o amido, che mostravano differenti composizione chimica e microstruttura. *Lactobacillus plantarum* B24W, precedentemente isolato per l'attività β -glucosidasi, è stato utilizzato per fermentare le diverse frazioni. La fermentazione ha comportato una riduzione del 91% del contenuto in vicina e convicina. La fermentazione ha anche aumentato il contenuto in amminoacidi liberi, specialmente quelli essenziali e l'acido γ -amminobutirrico.

Visti i risultati incoraggianti relativi alla degradazione dei glicosidi piramidinici, vicina e convicina, è stato condotto un ulteriore studio. È stata effettuata una fermentazione prolungata (fino a 48h) della fava con *Lb. plantarum* B24W che ha permesso la completa degradazione dei glicosidi e dei loro agliconi, come determinato tramite HPLC accoppiato a analisi ESI-MS e MS/MS. La tossicità della fava è stata quindi stabilita tramite saggi *ex-vivo* su globuli rossi, confermandone la non pericolosità.

WP4. Studio delle proprietà tecnologiche degli ingredienti fermentati in estrusi, pasta e pane.

Pane con crusca. Nei pani contenenti crusca con granulometria 160 μ m, la fermentazione di 8h è stata indispensabile per migliorare la stabilità e il volume, mentre l'aggiunta degli enzimi ha implementato la *shelf life* del pane, causando un imbrunimento complessivo senza peggiorarne le caratteristiche sensoriali.

Inoltre, crusca bioprocessata con enzimi commerciali è stata utilizzata per la produzione di pane di frumento. La frazione proteica di questo pane è stata poi determinata valutando il contenuto in amminoacidi liberi, la digeribilità *in vitro* delle proteine e gli indici nutrizionali.

Pane con fava. È stato valutato anche l'effetto della sostituzione del 30% della farina di frumento con fava e fava fermentata, sulle proprietà del pane. *P. pentosaceus* I02, uno degli isolati dal lievito naturale di fava, è stato utilizzato per fermentare impasti di fava. L'aggiunta di farina di fava ha influenzato la struttura del pane, causando una riduzione del volume, dell'altezza e della durezza del pane rispetto a quello controllo di sola farina di frumento. Tutte le caratteristiche nutrizionali, in particolare gli indici legati alla frazione proteica sono risultati migliorati rispetto al controllo.

Pasta con fava. Farina di fava e impasti di fava fermentati con *L. plantarum* B24W sono stati utilizzati come ingredienti al 10, 30 e 50% nella formulazione di pasta secca prodotta presso l'impianto pilota in dotazione dell'unità. L'impatto dell'aggiunta di fava sulle caratteristiche tecnologiche della pasta, è stato valutato tramite microscopia a scansione elettronica e *texture profile analysis* (TPA). La sostituzione del 30% ha consentito di ottenere campioni con una struttura più omogenea e una minore perdita di soluti durante la cottura, rispetto alla sostituzione del 50%. Inoltre è stata riscontrata una maggiore coesività nella pasta col 30% di lievito naturale di fava. All'aumentare della percentuale di fava (oltre il 30%) però tutti i parametri qualitativi della

pasta hanno subito una diminuzione dovuta all'indebolimento della maglia glutinica e alla successiva perdita di proteine durante la cottura.

Estrusi con fava. In collaborazione con il VTT Technical Research Centre of Finland è stata condotta la trasformazione degli sfarinati di fava utilizzando fitasi commerciali (che hanno permesso migliori solubilizzazione e rilascio di proteine) e batteri lattici produttori di esopolisaccaridi (*Weissella* e *Lactobacillus*) e altri con attività antimicrobica e capacità di ridurre fattori anti-nutrizionali (*Lb. plantarum*). La fermentazione con *Lb. plantarum*, in particolare, ha permesso il miglioramento delle proprietà strutturali di *snack* estrusi a base di fava.

WP5. Caratterizzazione microbiologica, tecnologica e nutrizionale dei prodotti.

Pane. L'aggiunta del 30% di farina di fava ha consentito un incremento del contenuto proteico fino al 16.5% di sostanza secca, ma non ha influenzato la digeribilità *in vitro* delle proteine, che è risultata simile a quella del pane controllo (64%). Al contrario, l'aggiunta della farina fermentata, ha determinato un miglioramento del profilo amminoacidico e degli indici nutrizionali e un incremento della digeribilità delle proteine fino al 73%. L'aggiunta di lievito naturale ha inoltre permesso una riduzione dell'indice glicemico e dell'indice di idrolisi dell'amido, rispettivamente 84,2 e 81% contro 91,4 e 94% del pane addizionato di sola farina di fava.

Pasta. A seguito dell'aggiunta di fava nativa e fermentata nella formulazione di pasta fortificata, è stato osservato un miglioramento dei parametri nutrizionali. La semplice aggiunta di fava ha incrementato il valore di digeribilità del 14 o 44%, con aggiunte del 10 o 50%, rispettivamente. Un ulteriore aumento è stato ottenuto con l'aggiunta di fava fermentata. Il *chemical score* relativo agli amminoacidi limitanti è risultato maggiore per la pasta con 30 e 50% di fava, nativa e fermentata, rispetto alla pasta controllo contenete solo frumento. È stato ottenuto, quindi, un incremento della biodisponibilità di amminoacidi con valori di *nutritional index* più alti del controllo. Inoltre, è stato osservato un aumento dell'amido resistente nella pasta contenete fava fermentata rispetto a quella contenente fava nativa e una diminuzione dell'indice glicemico rispetto alla pasta controllo.

WP6. Stesura, elaborazione e divulgazione dei risultati.

Considerata l'elevata mole di dati raccolti, è stata svolta un'attività di elaborazione ed analisi dei risultati ottenuti, al fine di evidenziare i punti di forza della ricerca. A tale scopo, tutte le unità coinvolte nel progetto hanno collaborato nella stesura di articoli scientifici pubblicati su riviste indicizzate ISI:

- Arte E., Rizzello C.G., Verni M., Nordlund E., Katina K., Coda R. (2015). Impact of enzymatic and microbial bioprocessing on protein modification and nutritional properties of wheat bran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63:8685-869.
- Coda R., Melama L., Rizzello C.G., Curiel J.A., Sibakov J., Holopainen U., Pulkkinen M., Sozer N. (2015) Effect of air classification and fermentation by *Lactobacillus plantarum* VTT E-133328 on faba bean (*Vicia faba* L.) flour nutritional properties. *International Journal of Food Microbiology*, 193, 34-42.
- Rizzello C.G., Losito I., Facchini L., Katina K., Palmisano F., Gobbetti M., Coda R. (2016). Degradation of vicine, convicine and their aglycones during fermentation of faba bean flour. *Scientific Report*, 6, 32452.
- Coda R., Varis J., Verni M., Rizzello C.G., Katina K. (2017). "Improvement of the protein quality of wheat bread through faba bean sourdough addition", *LWT-Food Science and Technology*, 82:296-302.
- Coda R., Kianjam M., Pontonio E., Verni M., Di Cagno R., Katina K., Rizzello C.G., Gobbetti M. (2017). "Sourdough-type propagation of faba bean flour: Dynamics of microbial consortia and biochemical implications", *International Journal of Food Microbiology*, 248:10-21.
- Rizzello C.G., Verni M., Koivula H., Montemurro M., Seppa L., Kemell M.L., Katina K., Coda R., Gobbetti M. (2017). "Influence of fermented faba bean flour on the nutritional, technological and sensory quality of fortified pasta", *Food & Function*, 8:860-871.

Inoltre, i risultati sono stati diffusi in convegni nazionali ed esteri (AACC International Centennial Meeting "Lactic fermentation as a tool for improving the nutritional quality of cereal and legume proteins" 18-21.10.2015 Minneapolis, Minnesota (USA); The Food Factor I conference, Barcellona (Spain) 2-4.11.2016 e presentati presso aziende del settore dei lieviti da forno (Empoli, FI, 05.12.2016; Altopascio LU, 28/04/2016 e 29.07.2016), nonché discussi a Brussell (Belgio), durante il SUSFOOD Status Seminar, 13.10.2015 con una presentazione dal titolo "Novel multifunctional plant protein ingredients with bioprocessing"

Dal 18 al 21 aprile 2016, ad Istanbul (Turchia), nell'ambito del 15° Congresso Internazionale sui Cereali e sul Pane (<http://icbc2016.org/en/>) una sessione è stata interamente dedicata ai risultati del progetto BIOPROT.

10.2 Attività svolte (max 7 pag)			
Work Package (WP)	Titolo WP	Risultati	Indicatori di verifica
WP 1	Selezione e <i>screening</i> di enzimi e starter	Utilizzo di enzimi commerciali ad uso alimentare e isolamento e caratterizzazione biochimica, nutrizionale e funzionale di batteri lattici da lievito naturale di fava.	n. 2 enzimi selezionati, creazione di una ceppoteca, individuazione di n. 17 starter selezionati. Dati analitici riguardanti l'effetto del bioprocessing con enzimi/starter selezionati.
WP 2	Messa a punto di processi biotecnologici per le crusche	Fermentazione e trattamenti enzimatici delle crusche	Protocolli di trattamento delle crusche con enzimi e starter selezionati includenti tutti i parametri di processo (dosaggi enzimatici, tempi, temperature, percentuali di sfarinati ed acqua, modalità di inoculo degli starter selezionati). Schede di caratterizzazione biochimica delle crusche fermentate
WP 3	Messa a punto di processi biotecnologici per la fava	Fermentazione di fava con starter di batteri lattici autoctoni e non	Protocolli di trattamento degli sfarinati di fava con starter selezionati includenti tutti i parametri di processo (dosaggi enzimatici, tempi, temperature, percentuali di sfarinati ed acqua, modalità di inoculo degli starter selezionati). Schede di caratterizzazione biochimica degli sfarinati di fava fermentati.
WP 4	Studio delle proprietà tecnologiche degli ingredienti fermentati in estrusi, pasta e pane	Produzione su scala pilota di pani addizionati di crusca e fava bioprocessata e pasta fortificata con lievito naturale di fava.	Protocolli di produzione di pasta includenti formulazioni e parametri di processo di ogni fase della filiera.
WP 5	Caratterizzazione microbiologica, tecnologica e nutrizionale dei prodotti	Determinazione dell'etichetta nutrizionale, dell'indice glicemico, della digeribilità <i>in vitro</i> delle proteine e degli indici nutrizionali dei prodotti fortificati.	Schede di caratterizzazione biochimica, nutrizionale, sensoriale e strutturale dei prodotti sperimentali
WP 6	Stesura, elaborazione e divulgazione dei risultati	Publicazioni scientifiche comprovanti l'innovatività e i benefici nutrizionali derivanti dall'assunzione di prodotti fortificati con fava e crusche bioprocessate. Comunicazioni efficaci agli operatori del settore tramite sito web e conferenze.	Publicazioni scientifiche indicizzate su ISI/scopus. Comunicazioni a convegni internazionali.

10.3 Descrizione delle interazioni tra le UUOO partecipanti, eventuali collaborazioni esterne ed imprese

	DESCRIZIONE RUOLO
WP1	Preliminarmente, i gruppi Università di Helsinki e VTT- Finland si sono occupati della selezione di enzimi ad uso alimentare da utilizzare nella trasformazione delle crusche e dell'isolamento dei batteri

	lattici da lievito naturale di fava. L'unità Università di Bari ha svolto l'estrazione dell'RNA genomico totale degli isolati batterici e l'analisi bioinformatica dei risultati del pirosequenziamento. Inoltre, l'unità ha effettuato la successiva caratterizzazione metabolica dei ceppi.
WP2	In collaborazione con Università di Helsinki e VTT è stata effettuata la messa a punto di protocolli biotecnologici di trasformazione di crusca tramite l'impiego di enzimi e microrganismi. E' stata inoltre effettuata la valutazione della qualità della frazione proteica e la caratterizzazione chimica generale delle matrici fermentate.
WP3	Specifici protocolli di fermentazione di farine di fava sono stati messi a punto e trasferiti agli altri partner progettuali per la caratterizzazione integrata dei fermentati. E' stata effettuata la valutazione della qualità delle proteine, e la caratterizzazione chimica degli sfarinati di fava prima e dopo il bioprocessing.
WP4	Sono stati ottimizzati i protocolli di produzione di pani addizionati di crusca e fava bioprocessate, così come quelli relativi alla produzione di pasta fortificata con fava fermentata. Tutti i prodotti sperimentali sono stati caratterizzati dal punto di vista chimico.
WP5	E' stata effettuata la caratterizzazione chimica e nutrizionale della pasta fortificata con fava fermentata. In questa fase ci si è avvalsi della collaborazione del dipartimento di Chimica dell'Università degli Studi di Bari, che ha effettuato analisi cromatografiche e di spettrometria di massa su estratti di fava fermentata, e della Cyprotex laboratories (USA) che ha svolto saggi ex-vivo sui globuli rossi del sangue, per determinare la tossicità della fava fermentata nei soggetti affetti da favismo.
WP6	L'unità, in collaborazione con tutti i partner di progetto, ha costantemente collaborato alla stesura di articoli scientifici pubblicati su riviste indicizzate ISI. Ad aprile 2016, ad Istanbul (Turchia), si è svolto un convegno divulgativo e scientifico rivolto al settore degli alimenti a base cereali con una sessione dedicata ai risultati progettuali.


10.4 Ostacoli occorsi ed azioni correttive messe in atto

<u>N° WP</u>	<u>Ostacolo occorso</u>	<u>Azione correttiva</u>
6	Ai fini della disseminazione dei risultati relativi alle attività sperimentali svolte nell'ambito del progetto BIOPROT (WP6), l'unità ha sottomesso anche durante l'ultimo anno di attività, articoli scientifici a diverse riviste internazionali e convegni per la cui revisione da parte di <i>referee</i> e accettazione i tempi si sono prolungati oltre la scadenza ufficiale del progetto.	Si è resa necessaria la richiesta di una proroga delle attività progettuali al 31/12/2016.

Timbro Istituzione	Il responsabile di gestione (o delegato)	Il coordinatore di progetto
	<i>Prof. Teodoro Miano</i>	<i>Prof. Carlo Giuseppe Rizzello</i>
	IL DIRETTORE Prof. Teodoro MIANO 	

2. Rendiconto complessivo di progetto

		Periodo Intermedio Finale <input checked="" type="checkbox"/>							
		Costo congruo[i]	Finanziamento ricevuto[ii]	Importo rendicontato					Totale
				UO 1	UO 2	UO 3	UO 4	UO 5	
Personale a tempo indeterminato	Ricercatori	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
	Tecnici	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
	Pers. ausiliario		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Personale a tempo determinato	Ricercatori	€ 46.000,53	€ 46.000,53	€ 46.029,02	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 46.029,02
	Tecnici	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
	Pers. ausiliario	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Missioni nazionali ed estere		€ 3.600,00	€ 3.600,00	€ 2.785,16	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 2.785,16
A) Subtotale Personale		€ 49.600,53	€ 49.600,53	€ 48.814,18	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 48.814,18
B) Materiale di consumo		€ 8.274,47	€ 8.274,47	€ 2.312,97	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 2.312,97
B1 – Materiale di laboratorio		€ 2.400,00	€ 2.400,00	€ 2.312,97					€ 2.312,97
B2 – Pubblicazioni		€ 5.874,47	€ 5.874,47	€ -					€ -
C) Attività esterne		€ 3.700,00	€ 3.700,00	€ 3.658,78	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 3.658,78
C1 – Consulenze		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
C2 – Convenzioni		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
C3 - Manutenzioni ecc.		€ 3.700,00	€ 3.700,00	€ 3.658,78	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 3.658,78
D) Attrezzature		€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
E) Spese generali		€ 5.726,77	€ 5.726,00	€ 5.478,59	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 5.478,59
F) Coordinamento - Networking internazionale		€ 375,00	€ 375,00	€ 375,00	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 375,00
TOTALE		€ 67.676,77	€ 67.676,00	€ 60.639,52	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 60.639,52

Timbro Istituzione	Il responsabile di gestione o del delegato Prof. Teodoro Miano	Il Coordinatore di progetto Prof. Carlo Giuseppe Rizzello
	firma IL DIRETTORE Prof. Teodoro Miano	firma Carlo Giuseppe Rizzello