

## Esempi di attività di ricerca e sviluppo svolte in passato

### PROFIT: Migliorare il processo di selezione e accettazione delle banconote usate

*Uso efficiente di banconote e risorse: due obiettivi diversi tra loro, ma entrambi raggiunti nella nostra attività quotidiana.*

Il programma PROFIT mirava a comprendere tutti i parametri alla base dell'accuratezza della selezione dei biglietti non più idonei alla circolazione. Ci ha consentito di valutare il funzionamento delle diverse tipologie di selezionatrici automatiche e di ottimizzarne le impostazioni mediante l'adozione di un nuovo sistema di calibrazione.



Una volta immesse in circolazione, le banconote in euro sono esposte a ogni tipo di logoramento (attrito, sporco, forti sollecitazioni ecc.), al quale dovrebbero resistere per un certo periodo di tempo. Sono fatte per durare, ma la nostra intenzione è assicurare che tutti i biglietti in circolazione siano in buono stato e ragionevolmente puliti. Pertanto, controlliamo le banconote non appena rientrano nei nostri centri di selezione del contante. Ciò avviene regolarmente nell'ambito del normale ciclo di circolazione delle banconote. È fondamentale che i centri di selezione del contante

abbiano a disposizione apparecchiature affidabili al fine di trattenere soltanto le banconote in buono stato e distruggere solo quelle non idonee alla circolazione. Piccole differenze nelle prestazioni di tali apparecchiature possono avere un impatto considerevole sulla qualità delle banconote in circolazione e soprattutto sui costi per l'Eurosistema, in quanto i biglietti triturati devono essere sostituiti con banconote in euro appena stampate.

Presso le banche centrali nazionali dell'Eurosistema sono in funzione circa 400 apparecchiature ad alta velocità per la selezione e accettazione delle banconote, che trattano ogni anno circa 30 miliardi di biglietti. Alcune di queste apparecchiature sono in grado di trattare fino a 40 banconote al secondo per controllarne l'idoneità e l'autenticità, accettandole o triturandole!

Prima dell'avvio di PROFIT, i test e la calibrazione convenzionali delle apparecchiature per la selezione e accettazione delle banconote erano condotti sulla base di un campione di banconote autentiche (campione di test) con diversi livelli di sporco, i cui singoli esemplari erano valutati visivamente da un gruppo di esperti. Tale compito, che risultava complesso per i valutatori, presentava inoltre l'ulteriore svantaggio del deterioramento del campione nel tempo. Con PROFIT abbiamo dimostrato che la valutazione dello sporco delle banconote da parte degli esperti non è un processo perfettamente ripetibile e l'abbiamo pertanto sostituita con la classificazione e valutazione delle immagini (Image Classification and Evaluation, ICE). Questo strumento è un software installato su un computer con schermo calibrato a colori. L'esperto ispeziona sullo schermo le immagini delle banconote con i diversi livelli di sporco, e non gli esemplari reali. Quindi classifica ogni immagine come idonea o meno, così che il software possa "imparare". Questo metodo fornisce dati di migliore qualità grazie ai quali il modo in cui le banconote sono viste e classificate dalle apparecchiature automatiche si avvicina maggiormente al modo in cui sono viste quotidianamente dalle persone. Di conseguenza, siamo riusciti a ridurre significativamente il numero di banconote triturate per errore, assicurando un uso efficiente sia di banconote sia di risorse.

## CAST: Sviluppare un campione di test omogeneo con sporco artificiale

*Avete mai pensato di usare una stampante a getto d'inchiostro per macchiare le vostre banconote? Non fatelo! Ci abbiamo pensato noi. Abbiamo sporcato le nostre banconote per fare in modo che le vostre siano sempre pulite. E sì, abbiamo usato una stampante a getto d'inchiostro.*

Nel tentativo di migliorare le prestazioni delle apparecchiature per la selezione e accettazione delle banconote era difficile accertare se i livelli di prestazione non adeguati fossero dovuti ai sensori o ai campioni di riferimento utilizzati per la loro calibrazione. Nell'ambito del progetto per il campione di test omogeneo con sporco artificiale (consistent artificial soil test deck, CAST), realizzato in collaborazione con la Banque de France, è stato sviluppato un metodo efficace per sporcare le banconote in modo realistico e omogeneo applicando un livello di sporco con

stampante a getto d'inchiostro su fogli di banconote in euro intatti appena stampati dalle officine carte valori. Queste banconote sono ora usate per calibrare le nostre macchine selezionatrici.



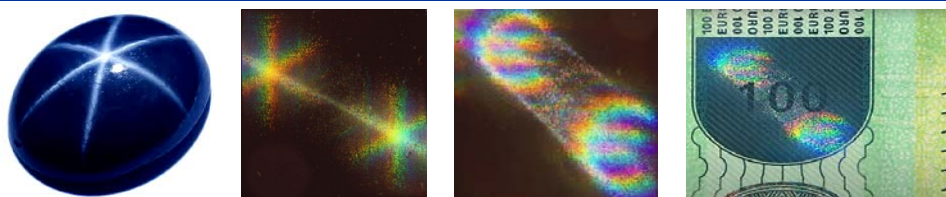
Prima del CAST, le banconote utilizzate per la calibrazione delle apparecchiature venivano selezionate manualmente e la loro qualità variava a seconda della percezione dell'operatore che ne era incaricato. La situazione era ancora più complessa quando le valutazioni erano effettuate in luoghi diversi con strumenti e campioni di test diversi. Come dimostrato dal progetto PROFIT, i campioni di test con sporco sono uno strumento essenziale per misurare le prestazioni delle selezionatrici automatiche che determinano l'idoneità delle banconote. Tuttavia, i campioni di test costituiti da banconote autentiche in circolazione sono piuttosto costosi e il loro assemblaggio richiede molto tempo. Inoltre, invecchiano rapidamente e sono impossibili da riprodurre coerentemente per un uso futuro. I campioni di test del progetto CAST hanno un livello di precisione doppio rispetto all'insieme di riferimento, possono essere prodotti a un costo inferiore e possono essere utilizzati per oltre 100 volte dalle macchine selezionatrici prima di logorarsi e dover essere sostituiti (moltiplicando la loro durata di cinque volte).

## SAPPHIRE: L'ologramma con satellite sulle banconote in euro

*Prendere spunto dalla natura per migliorare la sicurezza dell'euro.*

Abbiamo concepito, progettato e sviluppato una caratteristica di sicurezza pubblica basata sull'asterismo.

Questo fenomeno ottico si verifica naturalmente in zaffiri, rubini e altre pietre preziose, producendo sulla loro superficie levigata l'immagine di una stella luminosa a due, quattro o sei punte che segue lo sguardo quando la pietra viene inclinata. Per essere applicata anche sulle banconote in euro, questa caratteristica di sicurezza è stata progettata per la stampa con tecniche a caldo (come avviene oggi per l'ologramma) o per comparire in trasparenza nella finestra con ritratto.



Il progetto SAPPHIRE ha prodotto una varietà di campioni di laboratorio interessanti dal punto di vista visivo, potenzialmente ben applicabili alle banconote. Da qui è nata la caratteristica dell'**ologramma con satellite** che compare sulle banconote in euro di oggi. Pur richiedendo tecniche di creazione e competenze specifiche, questo elemento è prodotto con macchine per lamine olografiche standard. Ciò dimostra che caratteristiche innovative e considerevolmente migliorate non richiedono necessariamente nuove tecnologie di produzione.

## GREEN: Sviluppo di un processo di deposizione di vapore sotto vuoto per le lastre calcografiche

*Soluzioni più ecologiche e di migliore qualità.*

Abbiamo valutato e validato dal punto di vista industriale un processo ecocompatibile di cromatura delle lastre calcografiche di nichel sviluppato in collaborazione con la Banca d'Italia come alternativa al processo galvanico.

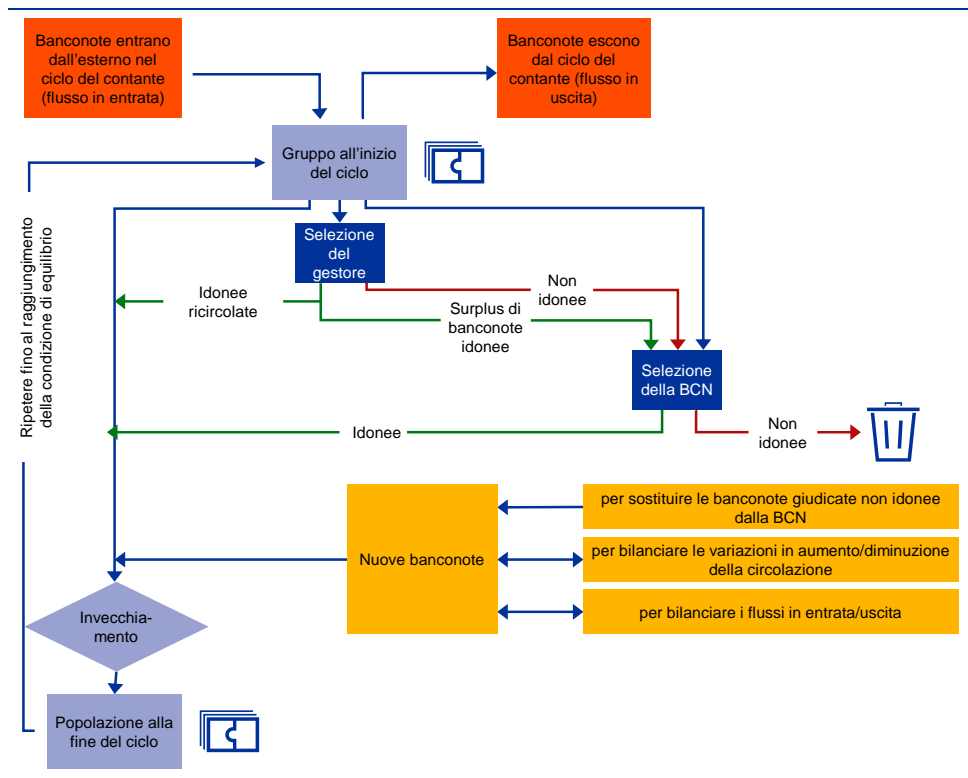


La calcografia è uno dei passaggi principali della stampa delle banconote in euro e conferisce alle banconote la loro sensazione al tatto e la loro consistenza caratteristiche. Questo processo richiede speciali lastre metalliche, solitamente di nichel. Le lastre di nichel sono generalmente rivestite con uno strato duro di cromatura galvanizzata al fine di aumentare la resistenza alla corrosione e all'usura della superficie di stampa. In passato questo rivestimento era applicato con un processo di elettrodeposizione a base di una soluzione di cromo esavalente, un composto tossico che se non gestito correttamente comporta gravi implicazioni per l'ambiente, la salute e la sicurezza, nonché sostanza riconosciuta potenzialmente cancerogena se inalata. La nuova tecnologia di rivestimento GREEN si basa sulla deposizione fisica di vapore (physical vapour deposition, PVD), una tecnica molto pulita che non richiede il ricorso a sostanze tossiche intermedie. Nonostante fosse già utilizzata per la cromatura di piccoli oggetti come occhiali, rubinetti e componenti per veicoli, è stata per noi una sfida impiegarla per la prima volta su una superficie molto ampia e finemente incisa sulla quale era necessario mantenere ogni minimo dettaglio per il processo di stampa. Grazie alla tecnologia GREEN abbiamo affrontato ed eliminato il rischio di esporre i lavoratori al cromo esavalente, migliorando al tempo stesso il processo preesistente.

## MODELLO DI CIRCOLAZIONE: Due modelli informatizzati per la simulazione dei cicli del contante delle banconote in euro

*Metti in circolo il contante!*

Sappiamo che la qualità delle banconote in circolazione nei paesi dell'area dell'euro non è ovunque la stessa, sebbene le banconote in euro utilizzate siano identiche. Sappiamo inoltre che ciò dipende anche da peculiarità nazionali, come il modo in cui le persone adoperano le banconote e il ruolo svolto dalla banca centrale nelle operazioni di trattamento del contante; non è stata tuttavia ancora definita la rilevanza di tutti i parametri pertinenti. Di seguito descriviamo due modelli informatizzati per la simulazione dei cicli del contante delle banconote a cui ricorriamo per prevedere cosa succede alle banconote quando sono in circolazione.



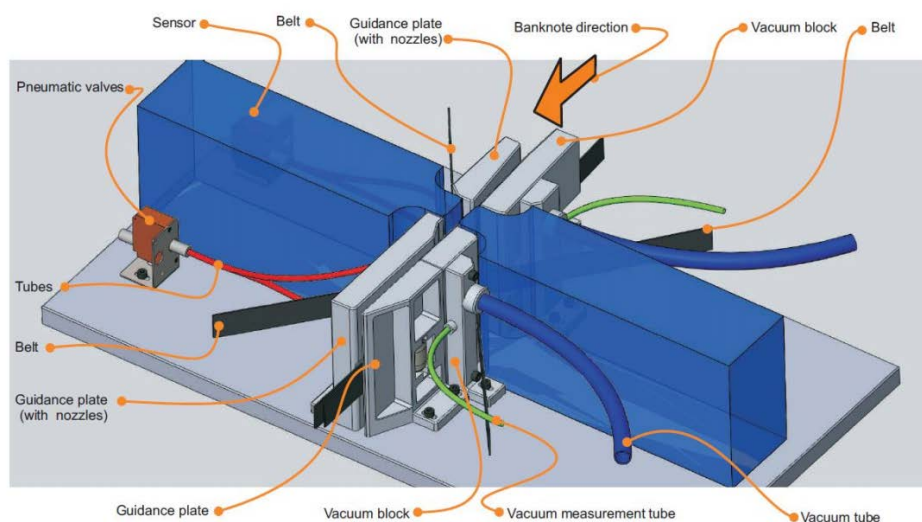
Il primo modello simula un ciclo del contante applicando un metodo teorico fondato su dati di riferimento e modella l'idoneità delle banconote come profilo unidimensionale dei livelli di qualità. Il modello individua tre elementi come principali determinanti della qualità delle banconote in circolazione e dei costi del ciclo del contante: 1) la frequenza con cui i biglietti sono restituiti alla banca centrale, 2) la soglia di idoneità applicata alla selezione delle banconote presso la banca centrale e 3) il ciclo di vita delle banconote. È emerso che le differenze di produzione delle banconote nuove, la soglia di idoneità applicata dai gestori professionali del contante e l'accuratezza dei sensori del processo di selezione hanno un impatto minore ma non trascurabile. Il secondo modello simula le banconote in circolazione come

singoli elementi ed è orientato verso la modellizzazione di cicli del contante specifici per paese sulla base dei dati disponibili sulle singole banconote. Il modello è costruito utilizzando i dati raccolti mediante il monitoraggio delle banconote in circolazione per tutta la durata di un “test di circolazione” effettuato in tre paesi dell’area dell’euro. Confrontiamo i risultati sulla qualità previsti dal secondo modello basato sui dati con i dati effettivi sul ciclo del contante non derivanti dal test di circolazione, discutiamo le ragioni degli scostamenti riscontrati ed effettuiamo considerazioni finali su un [ciclo del contante](#) teorico ottimale a livello nazionale.

## CDI2: Standard aperto per i sistemi di rilevazione delle apparecchiature ad alta velocità per la selezione e accettazione delle banconote

*L’importanza di condividere.*

L’interfaccia comune per i sistemi di rilevazione 2 (common detector interface 2, CDI2) è un nuovo standard aperto per i sistemi di rilevazione delle apparecchiature ad alta velocità per la selezione e accettazione delle banconote (cfr. PROFIT in precedenza) sviluppato dalla Banca centrale europea e dal Federal Reserve System in collaborazione con De Nederlandsche Bank e Oesterreichische Banknoten- und Sicherheitsdruck GmbH. La CDI2 rappresenta un cambio di paradigma in quanto consente alle banche centrali e agli altri gestori commerciali nei centri di selezione del contante di avere il pieno controllo delle loro apparecchiature automatiche.



In passato, le apparecchiature selezionatrici delle banconote erano solitamente sistemi chiusi con accesso molto limitato ai dati relativi al loro funzionamento interno. L’adeguamento della logica di selezione o l’integrazione di nuovi sensori richiedeva sempre conoscenze approfondite e assistenza da parte del fornitore delle apparecchiature, comportando costi aggiuntivi. La CDI2 fornisce accesso alla logica

di selezione sottostante, nonché all'immagine delle banconote catturata dalla selezionatrice automatica e ai relativi dati di selezione. Consente alle banche centrali di installare direttamente i nuovi sensori conformi all'interfaccia e offre nuove possibilità di elaborazione dei dati. Un simulatore CDI2 con codice sorgente sottostante è ora disponibile unitamente all'assistenza tecnica necessaria per implementare l'interfaccia.

I simulatori CDI2 sono già utilizzati da due grandi produttori di apparecchiature per la selezione e accettazione delle banconote e da vari produttori di sensori per lo sviluppo di unità conformi alla CDI2. La serie di simulatori progettati comprende anche un nastro trasportatore di banconote meccanico, che consente di effettuare test approfonditi sui nuovi sensori prima dell'installazione su un'[apparecchiatura per la selezione e accettazione di banconote](#).

© Banca centrale europea, 2021

Recapito postale 60640 Frankfurt am Main, Germany

Telefono +49 69 1344 0

Internet [www.ecb.europa.eu](http://www.ecb.europa.eu)

Tutti i diritti riservati. È consentita la riproduzione a fini didattici e non commerciali, a condizione che venga citata la fonte.

Per la terminologia tecnica, è disponibile sul sito della BCE un [glossario](#) in lingua inglese.