



## Quanto è sicura l'ispezione a raggi X degli alimenti?

### SOMMARIO

- 1 Perché utilizzare i raggi X per controllare gli alimenti?
- 2 Radiazioni raggi X e radioattività
- 3 Ispezione raggi X e irradiazione degli alimenti
- 4 I sistemi a raggi X sono intrinsecamente sicuri
- 5 Conclusioni
- 6 Glossario
- 7 Riferimenti

# Quanto è sicura l'ispezione a raggi X degli alimenti?

Alcuni produttori di alimenti hanno qualche riserva nell'adottare l'ispezione a raggi X come metodo per controllare i prodotti. Temono che il loro personale abbia da obiettare sul fatto di introdurre i raggi X nel luogo di lavoro e che i consumatori optino per altre marche che non siano state sottoposte all'ispezione a raggi X.

La gente ha ragione a diffidare delle radiazioni. Questo però non vuol dire che deve temere l'uso dei raggi X nell'ispezione degli alimenti. I livelli di radiazioni utilizzati per l'ispezione a raggi X nell'industria alimentare sono estremamente bassi, mentre l'attrezzatura di ispezione a raggi X è soggetta a precise normative ed è sempre più diffusa.

In questo libro bianco viene valutata la sicurezza dell'ispezione a raggi X degli alimenti.

## 1. Perché utilizzare i raggi X per controllare gli alimenti?

I produttori del settore alimentare utilizzano la tecnologia di ispezione a raggi X per garantire la sicurezza e la qualità dei cibi. L'ispezione a raggi X consente di rilevare con estrema precisione la presenza di metalli ferrosi, non ferrosi e di acciaio inossidabile. Tale tecnologia è inoltre estremamente idonea alla rilevazione di altri corpi estranei quali vetro, pietre, osso, materie plastiche ad alta densità e mescole di gomma (Figura 1). I sistemi a raggi X possono inoltre eseguire contemporaneamente tutta una serie di controlli qualità in linea quali la misurazione della massa, il conteggio dei componenti, l'individuazione di prodotti mancanti o rotti, il livello di riempimento, l'integrità di sigillatura, la rilevazione di prodotti e confezioni danneggiati.

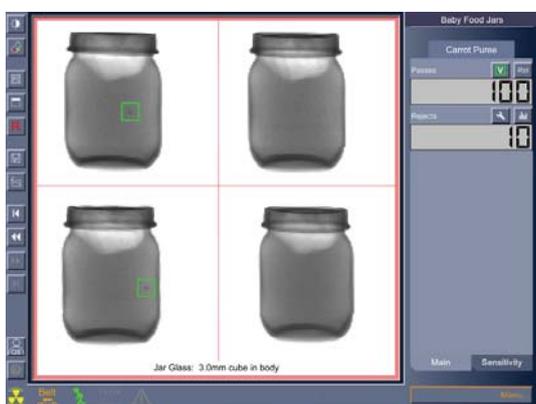


Figura 1: Immagine ai raggi X di barattoli di cibo per bambini contaminati

L'aumento della velocità della linea di produzione e delle aspettative dei consumatori costringono i produttori alimentari ad adottare metodi di controllo dei prodotti più affidabili. Benché non vi siano normative che spingano a utilizzare l'ispezione a raggi X, esistono alcune direttive quali l'analisi dei rischi e punti critici di controllo (HACCP), l'iniziativa globale riguardo alla sicurezza alimentare, le buone

prassi di fabbricazione, nonché standard ad hoc stabiliti da singoli rivenditori che fanno sì che i produttori sentano la responsabilità di introdurre programmi di controllo dei prodotti affidabili.

L'integrazione dei sistemi di ispezione a raggi X in un programma di controllo dei prodotti a livello aziendale che garantisca sicurezza e qualità dei prodotti consente ai produttori alimentari di adempiere alle normative nazionali e internazionali, alla legislazione locale e agli standard stabiliti dai rivenditori.

## 2. Radiazioni raggi X e radioattività

### 2.1. Cosa sono i raggi X?

I raggi X sono invisibili perché sono una forma di radiazione elettromagnetica, così come la luce e le onde radio. Tutti i tipi di radiazioni elettromagnetiche sono parte di un unico spettro magnetico continuo (Figura 2). Tale spettro è compreso tra le emissioni radio a onda lunga da una estremità e i raggi gamma dall'altra estremità.

La lunghezza d'onda dei raggi X gli consente di passare attraverso i materiali che sono opachi alla luce visibile. La trasparenza di un materiale ai raggi X dipende in gran parte dalla sua densità ed è per questo che l'ispezione a raggi X è così utile nell'industria alimentare. Più il materiale è denso, minori sono i raggi X che lo attraversano. I contaminanti nascosti, come vetro e metallo, vengono rilevati dall'ispezione a raggi X perché riflettono più raggi del cibo circostante.

I raggi X utilizzati nei sistemi di ispezione degli alimenti non vanno associati ai materiali radioattivi quali l'uranio. Questi ultimi sono fonti fisiche di radiazioni emesse sotto forma di particelle alfa, beta

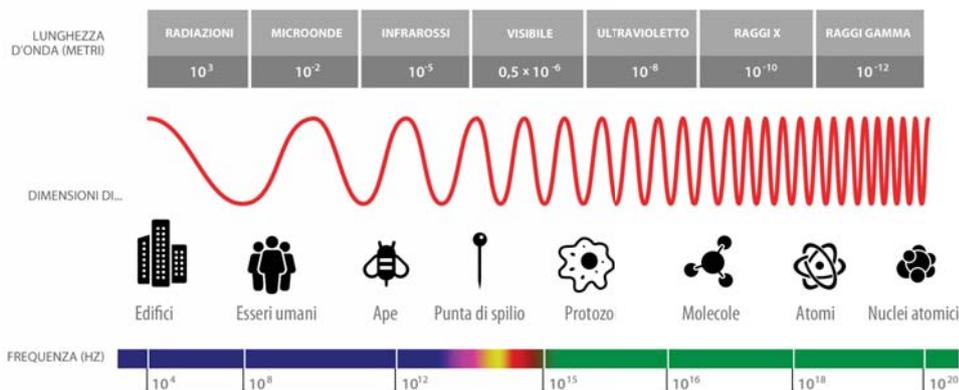


Figura 2: spettro elettromagnetico

e raggi gamma. Tale emissione è continua e non è possibile interromperla. L'unico modo per contenere le radiazioni di un materiale radioattivo è ricoprirlo con una sostanza che assorbe le radiazioni.

I raggi X utilizzati nell'ispezione degli alimenti sono diversi. Allo stesso modo delle lampadine, è possibile attivarli e disattivarli quando si desidera. Se si interrompe l'alimentazione elettrica del sistema a raggi X, l'emissione dei raggi cessa immediatamente.



Figura 3: I raggi X possono essere spenti e accesi come una lampadina

## 2.2. Radiazioni nella vita quotidiana

I raggi X non sono diversi da altre fonti di radiazione naturale. L'effetto combinato di tutte queste fonti è denominato radiazione di fondo, a cui gli uomini sono esposti dall'inizio dei tempi. Il dosaggio quotidiano del mondo moderno è maggiore rispetto alle generazioni precedenti perché le radiazioni utilizzate nelle scienze mediche hanno contribuito ad aumentare la radiazione di fondo ricevuta del 18% circa. Questo potrebbe sembrare un valore elevato, ma i livelli complessivi sono così esigui che tale aumento è insignificante.

Nel grafico seguente (Figura 4) sono mostrate le quattro maggiori fonti di radiazioni che si aggiungono alla radiazione di fondo ricevuta normalmente da un individuo.

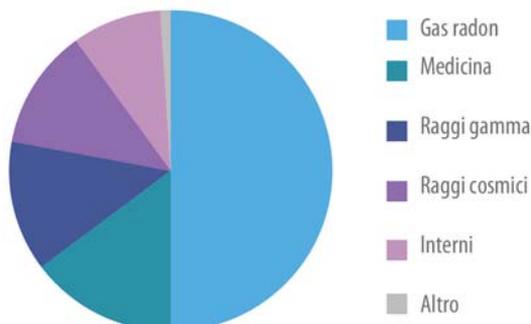


Figura 4: maggiori fonti di radiazione di fondo

### Gas radon

Prodotto dal decadimento del radio 226, che si verifica ovunque si trovi uranio. Il radon fuoriesce da terreni e rocce, normalmente graniti, che contengono uranio. La percentuale di radon nella radiazione di fondo varia, ma di solito si aggira intorno al 50%. Spesso è l'unica maggiore fonte della radiazione di fondo.

### Radiazione cosmica

La radiazione cosmica giunge alla terra dallo spazio. Tutti gli esseri viventi sono esposti alla radiazione cosmica, malgrado una parte venga filtrata dall'atmosfera terrestre.

### Radiazione interna

La radiazione interna si verifica quando si inala o ingerisce materiale radioattivo, normalmente sotto forma di polvere fine. Le radiazioni di tali particelle raggiungono gli organi interni.

### Radiazioni mediche

Le radiografie ai denti e al torace sono la fonte principale delle radiazioni artificiali e contribuiscono al 15% della radiazione di fondo complessiva.

## 2.3. Contestualizzazione delle dosi di radiazioni\*

Per quanto riguarda l'esposizione professionale, la dose di radiazioni accumulate rappresenta l'indicazione più importante. I limiti per l'esposizione professionale sono fissati in base alla dose massima consentita. L'unità di misura per le dosi di radiazioni è il rem e, poiché i livelli di esposizione professionale in genere sono bassi, si utilizzano unità inferiori, ovvero i millirem (mrem: un millesimo di rem). La percentuale di dose di radiazione misura la percentuale con cui le radiazioni vengono assorbite nel tempo. Tale percentuale viene espressa in mrem/h (Percentuale di dose = Dose (mrem) ÷ Tempo (ore)).

Per un essere umano medio, la radiazione di fondo naturale contribuisce per circa 240 mrem (0,24 rem) di radiazioni all'anno da fonti naturali (Tabella 1). In genere queste radiazioni superano di gran lunga l'esposizione derivante da un sistema di ispezione a raggi X utilizzato nell'industria alimentare. La normale percentuale di dose massima nell'immediata prossimità di un sistema di ispezione a raggi X è < di 0,1 mrem all'ora. Questo implica che un operatore riceve 200 mrem (0,2 rem) all'anno, lavorando 50 settimane all'anno per 40 ore a settimana a diretto contatto con un sistema a raggi X.

Fonte	Dose media (mrem/anno)	Percentuale tipica (mrem/anno)
Spazio	40	30 - 100
Terra	50	30 - 60
Corpo umano	30	20 - 80
Radon	120	20 - 100
Totale (approssimato)	240	100-1,000

Tabella 1: (Fonte: Radiation Threats and Your Safety, Armin Ansari, 2010, pagina 10)

I raggi X naturali provengono dallo spazio extraatmosferico. La dose quotidiana è bassa perché la gran parte viene filtrata dall'atmosfera. L'effetto del filtraggio diminuisce con l'altitudine. Coloro che volano sono più esposti ai raggi X di coloro che rimangono a terra.

Una persona che vola di frequente, ad esempio, assorbe una quantità di radiazioni maggiore dell'8% circa rispetto ai 20 mrem (0,02 rem) di chi non vola. La dose tipica di una persona che vola di frequente è di circa 260 mrem (0,26 rem) all'anno. I piloti e l'equipaggio di cabina ne assorbono ancora di più: circa 440 mrem (0,44 rem) all'anno, a seconda delle rotte percorse e del tempo totale trascorso in volo. La dose annuale di tali individui è normalmente più elevata di quella del personale di un impianto nucleare, e quasi due volte maggiore di coloro che trascorrono la vita a terra. Malgrado ciò, la dose di radiazioni assorbita da coloro che volano di frequente è estremamente bassa. Mangiando un barattolo di



Figura 5: mangiare un barattolo di cozze a settimana per un anno = 25 mrem/anno



Figura 6: persone che volano di frequente = 20 mrem/anno;  
Piloti e personale di cabina = 440 mrem/anno



Figura 7:livelli massimi di fuga consentiti per un sistema a raggi X:  
0,1 mrem/hr (normative RoW),  
0,5 mrem/hr (normative USA),

cozze a settimana per un anno, vengono assorbiti 25 mrem (0,025 rem) extra, più di coloro che volano di frequente.

Qualsiasi cosa si faccia sul pianeta Terra, si viene sempre a contatto con le radiazioni.

### 3. Ispezione a raggi X e irradiazione degli alimenti

Le imprese produttrici di alimenti utilizzano i raggi X in due modi:

1. Per controllare la presenza di contaminanti negli alimenti o per il controllo qualità, e
2. Per irradiare gli alimenti (un processo che distrugge i batteri).

Le tecnologie sono simili (entrambi i processi richiedono radiazioni) ma l'analogia termina qui. Livelli di dosi equivalenti a svariati ordini di grandezza dividono l'irradiazione dei cibi dall'ispezione degli alimenti.

#### L'ispezione degli alimenti a raggi X non li fa diventare radioattivi, proprio come una persona non diventa radioattiva dopo una radiografia al torace.

Esistono diverse prove scientifiche che dimostrano che i raggi X non danneggiano gli alimenti. Uno studio del 1997 dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha confermato che i livelli di radiazione degli alimenti fino a 1.000.000 mRad non incidono sulla sicurezza dell'alimento né sul valore nutritivo. Questo implica che gli alimenti sono stati sottoposti a dosi di radiazioni dieci milioni di volte circa superiori a quelle utilizzate per l'ispezione a raggi X. È stato dimostrato che gli alimenti sono ancora sicuri da mangiare e che non perdono il loro valore nutritivo. Questo parere è sostenuto anche dall'esperienza di importanti industrie del settore in tutto il mondo. Quelle che sono già passate all'ispezione a raggi X hanno riscontrato che i consumatori non hanno rilevato alcuna differenza nella qualità degli alimenti.

I livelli di dose utilizzati nell'ispezione a raggi X sono un decimilionesimo di quelli utilizzati nello studio dell'OMS. Gli alimenti trattati con un sistema di ispezione a raggi X sono esposti ai raggi per meno di un secondo. In questo brevissimo lasso di tempo la dose media assorbita è compresa tra 0,1 e 0,15 millirad (0,00015 rad). Tali livelli sono così bassi che, dopo l'ispezione a raggi X, le caratteristiche biologiche degli alimenti non subiscono alterazioni.

A confronto dell'ispezione a raggi X i livelli di dose utilizzati per l'irradiazione dei cibi sono di gran lunga superiori, infatti i protocolli approvati in materia alimentare prevedono un range compreso tra 500.000 e 1.000.000.

In qualunque prospettiva si esamini il problema, il cibo sottoposto a un sistema di ispezione a raggi X mantiene la stessa qualità e sapore che aveva prima della scansione. Non si rilevano percettibili modifiche nel sapore, nella consistenza o nei valori nutritivi: gli alimenti sottoposti ai raggi X sono, sotto ogni aspetto, indistinguibili dagli altri alimenti.

Il buon cibo rimane buon cibo.

#### 4. I sistemi a raggi X sono intrinsecamente sicuri

Un sistema di ispezione a raggi X comprende tre componenti principali (Figura 8):

- Un generatore di raggi X (A)
- Un rivelatore (B)
- Un sistema di sicurezza (C)

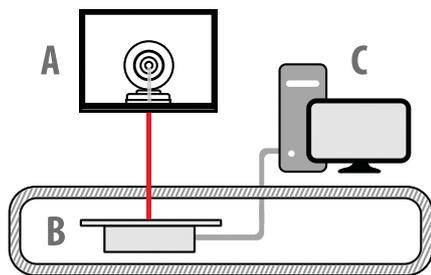


Figura 8: Componenti di un sistema a raggi X

Fuoriuscendo dall'apertura di uscita del generatore, il fascio di raggi X attraversa in linea retta un collimatore (un dispositivo che restringe il fascio dei raggi X in un fascio a ventaglio, generalmente di 2 millimetri di larghezza), quindi attraversa il prodotto alimentare e poi giunge al rivelatore.

Il tutto è ricoperto da un armadietto in acciaio inox (Figura 9) con un indicatore luminoso in vista che segnala lo stato del sistema. L'indicatore luminoso (Figura 10) è collegato a un sistema di sicurezza che, in caso di guasto dell'indicatore, spegne automaticamente la fonte dei raggi X. L'accesso alla radiazione del fascio di raggi X principale è protetto da due interruttori di sicurezza interbloccati e monitorato da un relè di sicurezza.



Figura 9: Armadietto raggi X in acciaio inox



Figura 10: Indicatore luminoso in vista

#### 4.1. Principi di protezione

I sistemi a raggi X sono intrinsecamente sicuri e generano raggi X solo se l'unità è accesa. In questo periodo, il rischio di esposizione alle radiazioni può essere controllato adottando uno o entrambi i seguenti principi di protezione:

- Distanza
- Schermatura

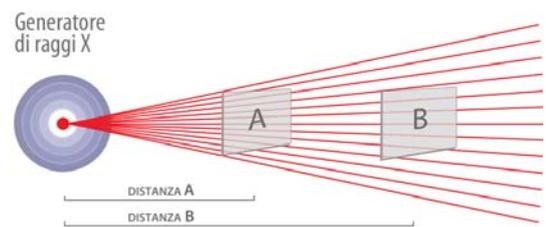


Figura 11: Intensità delle radiazioni

#### Distanza:

L'intensità delle radiazioni cala rapidamente man mano che ci si allontana dalla fonte (Figura 11). Si riduce proporzionalmente al quadrato della distanza dalla fonte. Lo spazio però, in un impianto di lavorazione di generi alimentari è ristretto, pertanto l'allontanamento non è sempre praticabile.

### Schermatura:

Poiché la schermatura degli apparecchi è sotto il controllo assoluto del produttore del sistema a raggi X, diventa il metodo più diffuso per controllare le emissioni. Più il materiale è denso, migliori sono gli effetti della schermatura (Figura 12). È per questo che i macchinari a raggi X sono normalmente fatti o ricoperti di acciaio inossidabile (Figura 13).

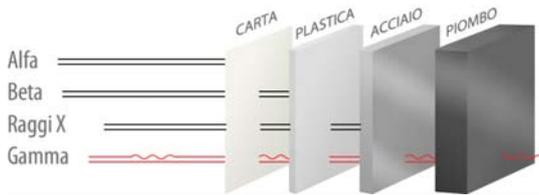


Figura 12: Materiali di schermatura e loro effetti

Con una schermatura adeguata, un'unità di ispezione a raggi X non crea problemi alla salute di coloro che la utilizzano.

Grazie ai rilevatori estremamente sensibili dei moderni sistemi a raggi X, i produttori sono riusciti a ridurre la potenza della fonte dei raggi X. Una fonte meno potente emette meno radiazioni e pertanto si riduce anche la schermatura richiesta.

### 4.2. Norme di sicurezza

La produzione e la fornitura di macchinari per l'ispezione a raggi X sono regolamentate da diverse normative. Nel Regno Unito, sono state istituite le normative sulle radiazioni ionizzanti (Ionizing Radiations Regulations) del 1999. Negli Stati Uniti, è in vigore il United States Food and Drug Administration (FDA) Code of Federal Regulations Title 21 Part 1020 - "Performance Standards for Ionizing Radiation Emitting Products", nello specifico 21 CFR 1020.40 "Cabinet X-ray Systems". Le normative consentono di garantire macchinari sicuri da utilizzare, anche per coloro che sono obbligati a rimanere accanto all'apparecchio tutta una giornata lavorativa.

In realtà gli operatori trascorrono poco tempo vicino al macchinario di ispezione a raggi X. I sistemi moderni sono automatizzati e richiedono interventi minimi agli operatori. Tuttavia, un sistema di ispezione a raggi X ben progettato deve rispettare le normative locali e le leggi che regolano l'uso delle radiazioni ionizzanti.

### 4.3. Caratteristiche di progettazione sicure

Tra i normali dispositivi di sicurezza vanno incluse tendine del tunnel per trattenere le emissioni, una struttura a interblocco di sicurezza e, se necessario, l'integrazione completa di un sistema di sicurezza dello stesso produttore. Altre caratteristiche di vitale importanza possono essere un interruttore generale dotato di blocco, arresti di emergenza di facile accesso e un indicatore luminoso visibile a 360° (Figura 14)

### 5. Conclusioni

Un basso livello di radiazioni è sempre presente nella vita quotidiana e gli uomini sono soggetti all'esposizione sin dall'inizio dei tempi.

L'ispezione a raggi X degli alimenti fa sempre più parte della nostra vita. Ogni anno che passa, sempre più industrie sottopongono i loro alimenti all'ispezione a raggi X. Ma questo non deve spaventarci. Gli alimenti buoni da mangiare prima di essere sottoposti ai raggi X mantengono il gusto e le caratteristiche nutritive anche dopo. Le prove sono state fornite da quelle industrie che hanno già adottato l'ispezione a raggi X i cui clienti non hanno riscontrato differenze nel sapore e nella consistenza dei cibi.

Il personale che opera con i sistemi di ispezione a raggi X è protetto dalle normative e dalle intenzioni di chi costruisce e adotta tali sistemi. Le normative stabiliscono i livelli di sicurezza, ma i produttori dei macchinari addirittura ampliano i margini di tale sicurezza. Le fonti di radiazioni attive come l'uranio non vengono utilizzate. I raggi X di un sistema di ispezione sono generati elettricamente e questo implica che è possibile attivarli e disattivarli. Una volta che vengono seguite le direttive di sicurezza, i sistemi di ispezione a raggi X moderni offrono un ambiente di lavoro sicuro per l'industria alimentare.

I macchinari non ci sarebbero se non servissero a uno scopo. Il vero rischio per la salute umana deriva dai contaminanti negli alimenti, quali metallo, vetro, pietre e ossa e i sistemi di ispezione a raggi X servono proprio a rilevare e scartare il cibo contaminato dalla linea di lavorazione. Dato che l'ispezione a raggi X è in grado di individuare i contaminanti (e di verificare l'integrità dei prodotti) senza ripercussioni per gli alimenti o le persone che utilizzano il macchinario, è corretto affermare che l'ispezione a raggi X rappresenta una forza da sfruttare per migliorare la sicurezza e la qualità degli alimenti, non per ridurla.

## 6. Glossario

Ordini di grandezza -  
([http://en.wikipedia.org/wiki/Order\\_of\\_magnitude](http://en.wikipedia.org/wiki/Order_of_magnitude))  
Gli ordini di grandezza vengono in genere utilizzati per confronti molto approssimativi. Se due numeri differiscono di un ordine di grandezza, l'uno è circa dieci volte maggiore dell'altro. Se differiscono di due ordini di grandezza, differiscono di circa 100 volte.

Rem: Roentgen Equivalent Man  
mRem: millirem (un millesimo di rem)  
Rad: Radiation Absorbed Dose (dose di radiazione assorbita)  
mRad: millirad (un millesimo di rad)

## 7. Riferimenti

Di seguito sono forniti come riferimento alcuni collegamenti a varie fonti e tipi di informazioni:

The Health Protection Agency – Radiazioni sicure nel Regno Unito  
<http://www.hpa.org.uk/radiation>

Food Standards Agency - <http://www.food.gov.uk/>

FDA –Principale organismo normativo per gli Stati Uniti - <http://www.fda.gov/cdrh/radhealth/>

World Health Organization (WHO)  
[http://www.who.int/foodsafety/publications/fs\\_management/irradiation/en/](http://www.who.int/foodsafety/publications/fs_management/irradiation/en/)

FAO/WHO Food Standards  
<http://www.codexalimentarius.net>

Health & Safety Executive UK –Suggerimenti su come operare in sicurezza con le radiazioni ionizzanti  
<http://hse.gov.uk>

Soil Association - <http://www.soilassociation.org>

# Libri bianchi gratuiti sull'ispezione a raggi-X

---

Registratevi subito per richiedere la vostra copia: [www.eaglepi.com](http://www.eaglepi.com)

## Quanto è sicura l'ispezione a raggi-X dei prodotti alimentari?

Questo libro bianco affronta alcuni dei più diffusi preconcetti sull'ispezione a raggi-X dei prodotti alimentari. È una guida indispensabile per quelle aziende che producono alimenti e che ritengono che l'ispezione a raggi-X debba essere conforme alle leggi e alle normative che tutelano la sicurezza alimentare.

---

## Raggi-X: molto più della semplice rivelazione di corpi estranei

L'ispezione a raggi-X permette di identificare numerosi problemi di qualità nascosti nelle confezioni o addirittura nei prodotti stessi. Questo libro bianco illustra come l'ispezione a raggi-X non sia più solo una tecnica per individuare corpi estranei, ma si sia trasformata in uno strumento ad ampio raggio per tutelare il marchio e garantire la soddisfazione dei consumatori.

## Come scegliere i punti critici di controllo

I sistemi a raggi-X possono essere installati in qualsiasi punto del processo produttivo, ma scegliere le posizioni più efficaci, i punti di controllo critici (CCP), può essere una vera e propria sfida. Questo libro bianco illustra l'importanza dell'ispezione a raggi-X in ogni fase del processo produttivo, dalle materie prime ai prodotti confezionati. Avvalendosi di esempi pratici, spiega in che modo una rivelazione dei corpi estranei economica ed efficiente possa essere utile per determinare l'ubicazione ottimale del sistema.

---

## Standard globale BRC per la Sicurezza alimentare

Questo libro bianco esamina in maniera approfondita uno dei principali standard della GFSI: lo Standard globale BRC per la Sicurezza alimentare (versione 6) e i suoi requisiti. Incentrato in particolare su tracciabilità, controllo di qualità, rilevazione di corpi estranei, strumenti igienicamente sicuri e taratura delle apparecchiature, il libro illustra come l'implementazione di un programma di ispezione dei prodotti che preveda l'integrazione di un sistema di ispezione a raggi-X aiuti le aziende alimentari a garantire la conformità alle normative, un requisito fondamentale per primeggiare in questo settore altamente competitivo.





**Eagle Product Inspection**

6005 Benjamin Road,  
Tampa, FL 33634, USA  
+1-877-379-1670 (telefono)  
+1-865-379-1677 (fax)

eaglesales@eaglepi.com  
[www.eaglepi.com](http://www.eaglepi.com)

Greenfield, Royston Business Park,  
Royston, Hertfordshire SG8 5HN, UK  
+44 (0) 1763 244 858 (telefono)  
+44 (0) 1763 257 909 (fax)

Soggetto a modifiche tecniche. ©11/2013 Eagle Product Inspection.

**eagle**  
QUALITY. ASSURED.