

MANUALE DI ISTRUZIONI

ITALA G SERIES

GigE Vision Cameras



Contenuti

1	INFORMAZIONI GENERALI	2
1.1	Esclusione di responsabilità	2
1.2	Uso previsto	2
1.3	Uso vietato	2
1.4	Revisioni	4
1.5	Codice d'ordine	7
2	GARANZIA E CERTIFICAZIONI	9
2.1	Garanzia	9
2.2	Dichiarazione CE	9
2.3	Dichiarazione FCC	9
2.4	Certificazione KC	10
2.5	Urti e vibrazioni	10
2.5.1	ITALA G - G.EL	10
2.5.2	ITALA G.IP	11
2.6	RoHS, REACH e WEEE	11
3	INTRODUZIONE	12
3.1	Manuale e convenzioni	12
3.2	Dati di identificazione del prodotto	12
3.3	Condizioni di conservazione e utilizzo	13
3.3.1	Condizioni di conservazione	13
3.3.2	Condizioni operative	13
3.4	Pulizia e manutenzione	14
4	INIZIARE A LAVORARE	16
4.1	Panoramica	16
4.2	Installazione dell'hardware	16
4.2.1	Installazione della telecamera	16
4.2.2	Lente	16

4.2.3	Cavo Ethernet	18
4.2.4	Cavo GPIO	19
4.2.5	Lente liquida	21
4.3	Configurazione del sistema	21
4.3.1	Requisiti di sistema	22
4.3.2	Driver della telecamera	22
4.3.3	Rete e configurazione	24
4.3.4	Gestione della larghezza di banda	26
4.3.5	Gestione dell'alimentazione del NIC	28
4.4	Itala SDK	29
4.5	Utilizzo della fotocamera con Itala API	33
4.5.1	Documentazione Itala SDK	33
4.6	Utilizzo della fotocamera con software di terze parti	34
4.7	Utilizzo della fotocamera con Itala View	34
4.7.1	Schede e pannelli	34
4.7.2	Configuratore IP	36
4.7.3	Aggiornamento del firmware	37
4.7.4	Procedura guidata LUT	40
4.7.5	Procedura guidata per la correzione dei pixel difettosi	41
4.7.6	Correzione guidata del colore	42

5 SPECIFICHE TECNICHE 46

5.1	Specifiche tecniche	46
5.2	Specifiche elettriche	49
5.2.1	Specifiche dell'ingresso elettrico	51
5.2.2	Specifiche di uscita elettrica	52
5.3	Risposta ottica del sensore	54
5.4	Filtri ottici	59
5.5	Specifiche meccaniche	60
5.5.1	Disegni dimensionali	60
5.5.2	Requisiti meccanici di GigE Vision	62
5.5.3	Dati di centratura del sensore	62
5.6	Connettori e piedinatura	63
5.7	Circuito di I/O	65
5.7.1	Ingresso optoisolato	65
5.7.2	Uscita optoisolata	66
5.8	Indicatori LED	66

6 CARATTERISTICHE DELLA FOTOCAMERA 68

6.1	Device Control	68
6.1.1	Sensor Temperature Status	70
6.1.2	Bandwidth limit	71
6.2	Image Format Control	71
6.2.1	Pipeline di elaborazione delle immagini	73
6.2.2	Immagine ROI	74
6.2.3	Binning	75
6.2.4	Decimazione	76
6.2.5	Readout direction	77
6.2.6	Profondità di bit e formato dei pixel	77
6.2.7	Sbarbatura	93
6.2.8	Test pattern	96
6.3	Acquisition Control	97
6.3.1	Trigger overlap	100
6.3.2	Dual Exposure	101
6.3.3	Trigger delay	103
6.3.4	<i>Timed vs TriggerWidth Exposure Mode</i>	105
6.3.5	Image Compression	105
6.4	Analog Control	107
6.4.1	Gain	108
6.4.2	Bilanciamento del bianco	108
6.4.3	Gamma correction	110
6.4.4	Black level	112
6.5	OE Auto Functions Control	112
6.5.1	OE AutoAOI	113
6.5.2	OE Autoexposure/Autogain	115
6.6	LUT Control	117
6.6.1	LUT	118
6.7	Color transformation control	119
6.7.1	Color Correction Matrix (CCM)	119
6.7.2	Come eseguire una corretta calibrazione del colore	120
6.8	Digital I/O Control	126
6.8.1	Input Stage	127
6.8.2	Debouncer	128
6.8.3	Output stage	131
6.9	Counter and Timer Control	132
6.10	Encoder Control	133

6.10.1	Encoder interface	133
6.10.2	Encoder output mode	134
6.10.3	Encoder mode	134
6.10.4	Gestione del wrapping EncoderValue	135
6.11	Logic Block Control	136
6.11.1	Modulo Logic block	137
6.12	Action Control	138
6.12.1	Action Command	138
6.12.2	Scheduled Action Command	139
6.13	Event Control	140
6.13.1	Exposure End Event	142
6.13.2	Frame Trigger Missed Event	142
6.13.3	Frame Trigger Ready Event	143
6.13.4	Line 0 Rising Edge Event	144
6.13.5	Line 1 Rising Edge Event	144
6.13.6	Test Event	145
6.13.7	Autofocus Done Event	145
6.13.8	Sensor Temperature Event	145
6.13.9	Event Lost Event	146
6.13.10	Buffer Full Event	147
6.13.11	Buffer Ready Event	148
6.13.12	Transfer Skipped Event	148
6.14	User Set Control	149
6.15	Chunk Data Control	150
6.15.1	Chunk Data	151
6.15.2	Chunk Data: application example	152
6.15.3	OE Serial Interface Control	153
6.16	Serial interface	155
6.17	OE Liquid Lens Controllo	156
6.17.1	Interfaccia della lente liquida	158
6.17.2	Autofocus	159
6.18	OE Defective Pixel Correction Control	162
6.18.1	Correzione dei pixel difettosi	162
6.19	Test Control	164
6.20	Transport Layer Control	164
6.20.1	Precision Time Protocol (PTP)	167
6.21	Sequencer Control	167
6.21.1	Panoramica Sequencer	168

6.21.2	Configurazione di un Sequencer set	169
--------	--	-----

7 CASI DI UTILIZZO 171

7.1	Esempi di collegamento di cablaggio	171
7.1.1	Attivazione della fotocamera da parte di un dispositivo esterno	171
7.1.2	Sincronizzazione di un dispositivo esterno con le telecamere Itala	172
7.2	Come aggiungere un ritardo sulle linee di uscita della telecamera	174
7.3	Gestione della larghezza di banda in streaming	176
7.4	Compatibilità con Cognex Vision Pro	180
7.5	Esempio di configurazione del controllo sequencer	187
7.5.1	Lavorare con i percorsi del sequencer	187

8 RISOLUZIONE DEI PROBLEMI 189

8.1	Non è possibile trovare la fotocamera nell'elenco dei dispositivi disponibili.	189
8.2	Perché alcune caratteristiche non sono presenti nell'albero GenICam del visualizzatore di telecamere?	189
8.3	Perché la fotocamera perde fotogrammi?	190

1 INFORMAZIONI GENERALI

1.1 Esclusione di responsabilità

Utilizzare e conservare sempre i prodotti Opto Engineering® nelle condizioni prescritte per garantirne il corretto funzionamento. La mancata osservanza delle seguenti condizioni può ridurre la durata del prodotto e/o provocare malfunzionamenti, degrado delle prestazioni o guasti.

Tenere presente che un funzionamento non corretto di questa apparecchiatura può causare situazioni di pericolo o perdite finanziarie significative. È essenziale che gli utenti si assicurino che il funzionamento della telecamera sia adatto alle loro applicazioni.

Tutti i marchi qui citati appartengono ai rispettivi proprietari.
Ad eccezione di quanto vietato dalla legge:

- Tutto l'hardware, il software e la documentazione sono forniti "così come sono".
- Opto Engineering® non si assume alcuna responsabilità per perdite conseguenti, di qualsiasi tipo.

Una volta ricevuto il prodotto Opto Engineering®, esaminarlo visivamente per verificare che non abbia subito danni durante la spedizione. Se il prodotto risulta danneggiato al momento del ricevimento, si prega di informare immediatamente Opto Engineering®.

1.2 Uso previsto

Questo prodotto è un **telecamera per la visione artificiale** per il rilevamento, l'ispezione e/o la misurazione delle proprietà fisiche di oggetti. Fornisce un flusso di immagini a un dispositivo host tramite una connessione ad alta velocità. Il suo funzionamento può essere sincronizzato con altri dispositivi utilizzando vari tipi di segnali elettrici.

Si noti che questo prodotto non è destinato a essere utilizzato come telecamera CCTV in un sistema di videosorveglianza.

1.3 Uso vietato

Prima di utilizzare la fotocamera, leggere le seguenti note.

Per qualsiasi dubbio o ulteriore consiglio, rivolgersi al proprio distributore o rivenditore.

- Non smontare, modificare o riparare il prodotto da soli. Ciò potrebbe causare malfunzionamenti permanenti o addirittura incendi o scosse elettriche, con il rischio di gravi lesioni;
- Non collocare il prodotto in luoghi polverosi, umidi, caldi o vicino a fiamme. Queste condizioni possono causare malfunzionamenti e danni o addirittura incendi o scosse elettriche, con il rischio di gravi lesioni;

- Non spruzzare insetticidi o applicare altre sostanze chimiche volatili sopra o intorno al prodotto;
- Questo dispositivo non deve essere utilizzato in applicazioni in cui il suo malfunzionamento potrebbe causare rischi per la salute umana o danni ad altre apparecchiature. Tenere presente che se il dispositivo viene utilizzato in un modo non previsto dal produttore, la protezione fornita dai suoi circuiti e dal suo involucro può essere compromessa;
- Si tratta di un dispositivo alimentato a bassa tensione. Pertanto, la differenza di potenziale tra qualsiasi combinazione di segnali applicati non deve mai superare la tensione di alimentazione;
- Tensioni più elevate possono causare un guasto e possono essere pericolose per la salute umana;
- Questo dispositivo ha una protezione limitata contro i transitori causati da carichi induttivi. Se necessario, utilizzare dispositivi di protezione esterni come diodi veloci o, meglio ancora, protezioni specifiche per i transitori;
- Non lasciare che oggetti estranei penetrino nell'unità o cadano in fori, terminali e altre aperture o spazi vuoti. Ciò potrebbe causare incendi o scosse elettriche, con il rischio di gravi lesioni;
- Scollegare il cavo di alimentazione prima di spostare il prodotto. La mancata osservanza di questa precauzione può danneggiare il cavo di alimentazione, provocare incendi o scosse elettriche e causare gravi lesioni;
- Non graffiare, tagliare, aprire o torcere i cavi di alimentazione. Ciò potrebbe causare malfunzionamenti, incendi o scosse elettriche, con il rischio di gravi lesioni;
- Se il cavo di alimentazione è danneggiato o incrinato, contattare il nostro supporto tecnico e non utilizzare il prodotto. I cavi danneggiati possono causare malfunzionamenti, incendi o scosse elettriche, con il rischio di gravi lesioni;
- Non inserire o rimuovere la spina del cavo di alimentazione con le mani bagnate. Ciò potrebbe causare scosse elettriche, con il rischio di gravi lesioni;
- Non utilizzare il prodotto in presenza di gas infiammabili. Potrebbe causare scoppi e fiamme, con il rischio di gravi lesioni;
- Se si notano anomalie quali odore, fumo o surriscaldamento, spegnere il prodotto e scollegare i cavi di alimentazione. L'uso continuato del prodotto in queste condizioni può provocare incendi o scosse elettriche, con il rischio di gravi lesioni;
- Se il prodotto è caduto o ha danneggiato la custodia, spegnere il prodotto e scollegare i cavi di alimentazione. L'uso del prodotto in queste condizioni può causare incendi o scosse elettriche, con il rischio di gravi lesioni.

1.4 Revisioni

Nella Tabella 1 sono elencate tutte le revisioni del manuale d'uso.

Nella colonna *Descrizione* sono elencate tutte le differenze rilevanti tra le diverse revisioni.

Rev.	Date	Description	FW ver.
1.0	22/09/2021	Primo rilascio manuale	1.0.0 - 1.1.2
1.1	14/06/2022	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunti riferimenti alle nuove funzioni della fotocamera - Aggiunta sezione di installazione dell'SDK - Aggiunta la sezione Installazione del driver - Aggiunta sezione di avvio rapido Itala View - Aggiunte le sezioni Itala View wizards 	1.1.3 - 1.1.5
1.2	10/02/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta procedura di calibrazione CCM - Aggiunta la funzione TimerDelay - Aggiunti riferimenti alla documentazione dell'SDK - Aggiunta documentazione PTP - Condizioni di stoccaggio e di funzionamento aggiornate - Risoluzione ADC del sensore aggiornata - Aggiunti riferimenti alle specifiche meccaniche GigE - Aggiunti nuovi numeri di parte nella sezione "Codice d'ordine". - Aggiunto caso d'uso nella sezione 7.2 	1.2.0 - 1.2.2
1.3	07/03/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta la funzione TriggerDelay - Aggiunta la funzione Comandi d'azione - Aggiunta la configurazione dell'interfaccia seriale - Aggiunto protocollo seriale (ASCII, Modbus, Binario) - Aggiunta funzione di offset PTP da UTC 	1.3.0 - 1.3.2
1.4	04/05/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta della funzione DualExposure - Aggiunti nuovi numeri di parte nella sezione "Codice d'ordine". - Aggiunta di una variante nella sezione "Codice d'ordine". - Aggiornamento del ritardo dell'ingresso di attivazione in "Specifiche elettriche". 	1.4.0
1.5	30/05/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta della funzione TestControl - Formula aggiornata del limite di larghezza di banda - Aggiornamento dell'attributo di accesso ad alcune funzioni - Aggiunta la sezione Comando azione - Correzione dei tempi della doppia esposizione 	1.4.1 - 1.5.3

1.6	04/08/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunto il caso d'uso "Gestione della larghezza di banda in streaming". - Aggiunta di una nota di attenzione nella sezione Installazione dell'hardware della lente liquida - Aggiunta di dati su urti e vibrazioni 	1.4.1 - 1.5.3
1.7	23/08/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta sezione Dichiarazione FCC 	1.4.1 - 1.5.3
1.8	27/09/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta procedura di test di compatibilità con Cognex Vision Pro - Aggiornata la sezione della modalità di uscita dell'encoder - Aggiunta sezione Modalità encoder - Tempistiche aggiornate per la doppia esposizione 	1.5.3 - 2.0.0
1.9	07/11/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiornata la procedura di aggiornamento del firmware - Aggiunta una nota alla funzione di esposizione TriggerWidth 	2.0.0 - 2.0.2
1.10	20/11/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta nota alla funzione DualExposure - Aggiunta una nota alla funzione di esposizione TriggerWidth 	2.0.0 - 2.0.2
1.11	16/01/2024	<ul style="list-style-type: none"> - Correzione della sequenza del modello di test monocromatico - Aggiornamento dei grafici delle risposte ottiche dei sensori - Revisione di tutti i nomi delle caratteristiche citati nel documento - Aggiunta la sezione di controllo del sequencer - Aggiunto il caso d'uso della configurazione del sequencer 	2.1.0 - 2.1.2
1.12	30/05/2024	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunte informazioni sulla classificazione Dual Use per le fotocamere IMX990 - Aggiunte le caratteristiche di ChunkSequencerSetActive - Aggiunta una nota per la priorità dei percorsi del sequencer - Esempio di sequenziatore multipercorso migliorato - Aggiunto il supporto IMX249 (codice d'ordine, doppia esposizione, trame QE) - Correzione dei tempi della doppia esposizione - Correzione della PSD del test di vibrazione casuale - Aggiunta dei dati di centratura del sensore - Tempistiche aggiornate per la doppia esposizione - Informazioni aggiornate sul codice d'ordine - Aggiunta sezione 6.3.1 - Aggiunta sezione 6.10.4 	2.2.0 - 2.2.2

1.13	31/07/2024	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta della sezione Autofocus - Aggiunta la sezione sulla compressione delle immagini - Aggiunti i dati dei chunk del codificatore e del contatore - Aggiunti formati di pixel polarizzati 	2.3.0
1.14	20/12/2024	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunte informazioni sulla pressione del dispositivo - Aggiunto il formato pixel YUV411 - Aggiunta la sezione di installazione dei driver Linux - Aggiunte le specifiche Itala IP67 - Aggiunto l'evento AutofocusDone - Aggiunta la funzione oeLiquidLensAutofocusTriggerSource - Aggiunta della funzione oeFramesInBuffer - Aggiunte le specifiche di coppia per le viti di montaggio - Rimossa l'opzione di montaggio F - Aggiunta della corrente massima disponibile sulle uscite digitali - Requisiti di alimentazione aggiunti per soddisfare la norma 62368-1 	2.4.0 - 2.5.1
1.15	26/08/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento del numero di set di sequencer - Aggiunta sezione 4.3.5 - Compatibilità delle versioni Ubuntu aggiornate - Codifica dei colori dei LED aggiornata 	≥ 3.0.0
1.16	26/09/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunto il supporto per Ubuntu arm64 	≥ 3.0.0
1.17	19/02/2026	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunto HW testato per piattaforma arm64 - Aggiunta configurazione IP per Ubuntu - Aggiunta la configurazione dei frame Jumbo per Ubuntu - Aggiunta la gestione dell'alimentazione della NIC per Ubuntu - Aggiunte istruzioni per l'installazione dell'SDK per Ubuntu - Aggiunte le specifiche del connettore GigE Vision - Aggiornate le istruzioni per la pulizia della fotocamera - Aggiunte le caratteristiche delle lenti liquide Corning - Aggiunta sezione Stato della temperatura del sensore - Aggiunte le descrizioni degli eventi - Aggiunta sezione Debounce e Deglitch - Aggiunta la sezione Profondità di bit e Formato pixel - Aggiunta sezione Sbavatura - Aggiunta la sezione Dati dei pezzi - Aggiunta la sezione Pipeline di elaborazione delle immagini - Aggiunta sezione OE AutoAOI 	≥ 3.2.0

Table 1: Revisioni del manuale

1.5 Codice d'ordine

Il numero di parte della telecamera è composto come segue:

ITA000-WX-00Y-ZZ

Il codice di ordinazione è spiegato nella tabella 2.

Consultare il sito web di Opto Engineering per verificare la disponibilità del numero di parte desiderato.

NOTA: *ITA13-GM-10C-SWIR il prodotto è soggetto alle normative sul controllo delle esportazioni e può richiedere informazioni scritte sull'uso finale previsto e sulla destinazione finale.
Dual Use classificazione: 6A003.B.4.A.*

Codice	Descrizione	Opzioni	Valore
ITA	Nome della serie		
000	Risoluzione del sensore	04	IMX287 - 0.40 Mpixels
		13	IMX990 - 1.34 Mpixels
		16	IMX273 - 1.58 Mpixels
		23	IMX249 - 2.35 Mpixels
		24	IMX392 - 2.35 Mpixels
		32	IMX265 - 3.19 Mpixels
		50	IMX264 - 5.07 Mpixels
		51	IMX547 - 5.10 Mpixels
		81	IMX546 - 8.13 Mpixels
		89	IMX267 - 8.95 Mpixels
		120	IMX304 - 12.37 Mpixels
			IMX253 - 12.37 Mpixels
		124	IMX545 - 12.41 Mpixels
		162	IMX542 - 16.19 Mpixels
		168	IMX387 - 16.88 Mpixels
		196	IMX367 - 19.66 Mpixels
		204	IMX541 - 20.35 Mpixels
		246	IMX540 - 24.55 Mpixels
		315	IMX342 - 31.49 Mpixels
W	Interfaccia	G	Ethernet
X	Sensore mono/colore	M	Monocromatico
		C	Colore
00	Variante	1X	Sony IMX Pregius™ 1st/2nd gen sensor
		2X	Sony IMX Pregius S™ 4th gen sensor
Y	Montaggio	C	C-mount
		J	J-mount (M42x1 FD 12)
ZZ	Caratteristiche opzionali	-	Versione standard
		EL	Con controller per lenti liquide
		PL	Polarizzato Polarsens™ sensor
		SWIR	VIS-SWIR SenSWIR™ sensor

Table 2: Codice d'ordine

2 GARANZIA E CERTIFICAZIONI

2.1 Garanzia

La garanzia del dispositivo è di 5 anni dalla data di consegna effettiva con riferimento al numero di serie del dispositivo.

La garanzia copre la sostituzione o la riparazione della parte difettosa (componenti, dispositivo o parte di esso) con l'esclusione dei costi di smontaggio e spedizione.

La sostituzione di uno o più componenti non rinnova il periodo di garanzia dell'intero dispositivo. L'elettronica e le parti soggette al normale utilizzo o al deterioramento dovuto agli agenti atmosferici e all'ambiente esterno sono escluse dalla garanzia. Inoltre, sono esclusi dalla garanzia tutti i guasti causati dalla mancata, insufficiente o errata manutenzione eseguita da personale non qualificato o non autorizzato, oppure dovuti a un uso non previsto o a sostituzioni, alterazioni o riparazioni non autorizzate.

La validità generale della garanzia dipende da:

- La manutenzione viene eseguita correttamente come descritto nel manuale del dispositivo;
- L'uso previsto del dispositivo, come specificato nel presente manuale.

2.2 Dichiarazione CE

Le telecamere Itala sono conformi alla direttiva EMC 2014/30/UE e sono quindi conformi ai seguenti standard:

Standard	Descrizione
EN 61000-6-2	Standard generici - Standard di immunità per ambienti industriali
EN 61000-6-4	Standard generici - Standard di emissione per ambienti industriali

Table 3: Standard EMC

2.3 Dichiarazione FCC

Questa apparecchiatura è stata testata ed è risultata conforme ai limiti previsti per i dispositivi digitali di Classe B, ai sensi della parte 15 delle norme FCC. Questi limiti sono concepiti per fornire una protezione ragionevole contro le interferenze dannose in un'installazione residenziale. Questa apparecchiatura genera, utilizza e può irradiare energia in radiofrequenza e, se non viene installata e utilizzata secondo le istruzioni, può causare interferenze dannose alle comunicazioni radio. Tuttavia, non è possibile garantire che non si verifichino interferenze in una particolare installazione. Se questa apparecchiatura causa interferenze dannose alla ricezione radiotelevisiva, che possono

essere determinate spegnendo e riaccendendo l'apparecchiatura, l'utente è invitato a cercare di correggere l'interferenza con una o più delle seguenti misure:

- Riorientare o riposizionare l'antenna ricevente.
- Aumentare la distanza tra l'apparecchiatura e il ricevitore.
- Collegare l'apparecchio a una presa di corrente su un circuito diverso da quello a cui è collegato il ricevitore.
- Consultare il rivenditore o un tecnico radiotelevisivo esperto.

2.4 Certificazione KC

Le apparecchiature elettriche ed elettroniche importate in Corea del Sud sono soggette alla certificazione KC. Si tratta di un sistema di certificazione obbligatorio che garantisce che solo i prodotti certificati da enti riconosciuti possano entrare nel mercato sudcoreano. In particolare, la certificazione verifica i requisiti di compatibilità elettromagnetica (EMC).

Le telecamere Itala disponibili per il mercato sudcoreano sono identificate dal marchio KC e dal numero di registrazione KC.

Per ulteriori informazioni sui dati di identificazione KC, scansionare il codice QR sul prodotto o sulla confezione.

2.5 Urti e vibrazioni

Le telecamere Itala sono state testate per urti e vibrazioni secondo i seguenti standard e limiti:

2.5.1 ITALA G - G.EL

Standard	Data di emissione	Test	Parametri
EN 60068-2-27	2009	Shock	x/y/z axis, 20g, 11ms, 10 pos. / 10 neg. shocks
EN 60068-2-6	2008	Sine vibration	x/y/z axis, 10g, 50-500 Hz, 10 sweep
EN 60068-2-64	2008+A1:2019	Random vibration	x/y/z axis, 5g RMS, 0.056g ² /Hz PSD, 30 min for each axis

Table 4: Standard e limiti per urti e vibrazioni

2.5.2 ITALA G.IP

Standard	Data di emissione	Test	Parametri
EN 60068-2-27	2009	Shock	x/y/z axis, 50g, 11ms, 10 pos. / 10 neg. shocks
EN 60068-2-6	2008	Sine vibration	x/y/z axis, 10g, 50-500 Hz, 10 sweep
EN 60068-2-64	2008+A1:2019	Random vibration	x/y/z axis, 5g RMS, 0.056g ² /Hz PSD, 30 min for each axis

2.6 RoHS, REACH e WEEE

Le telecamere Itala sono conformi alle seguenti direttive e standard:

- RoHS 2011/65/EU
- REACH 1907/2006/EC
- WEEE 2012/19/EU

3 INTRODUZIONE

3.1 Manuale e convenzioni

Opto Engineering® SpA, con sede legale in Strada Circonvallazione Sud 15, 46100 Mantova (Mn) - Italy, di seguito il produttore, fornisce in questo manuale di installazione, uso e manutenzione tutte le informazioni necessarie in modo chiaro e semplice per l'installazione, l'uso e la manutenzione del prodotto Itala.

I destinatari del presente manuale sono tutti coloro che hanno la conoscenza, l'esperienza e la capacità di comprendere gli standard, le prescrizioni e le misure di sicurezza indicate nel presente manuale. Tali persone saranno successivamente identificate come personale qualificato, autorizzato a trasportare, installare, utilizzare e sottoporre a manutenzione i prodotti descritti nel presente manuale.

Questo materiale può essere utilizzato solo dal cliente a cui è stato consegnato il presente manuale, per l'installazione, l'uso e la manutenzione del prodotto.

Il produttore si riserva il diritto di modificare o migliorare il manuale e/o il prodotto a cui si fa riferimento nel presente manuale senza alcun preavviso.

Nel presente documento vengono utilizzate le seguenti convenzioni tipografiche:

NOTA: *Le note contengono informazioni importanti. Evidenziate fuori dal testo a chi si riferiscono*



ATTENZIONE: *queste indicazioni evidenziano procedure che, se non rispettate in toto o in parte, possono causare danni alla macchina o alle apparecchiature*



PERICOLO: *queste indicazioni evidenziano procedure che, se non rispettate in toto o in parte, possono causare infortuni o compromettere la salute dell'operatore*

3.2 Dati di identificazione del prodotto

Le telecamere Itala sono identificate da un'etichetta posta sul lato laterale della scatola di imballaggio. Una versione compatta dell'etichetta si trova anche sul lato posteriore della fotocamera, vicino ai connettori.

Questa etichetta viene utilizzata per identificare il numero di parte, il numero di serie e l'indirizzo MAC di ciascun dispositivo. Un esempio di etichetta è mostrato nella Figura 1.

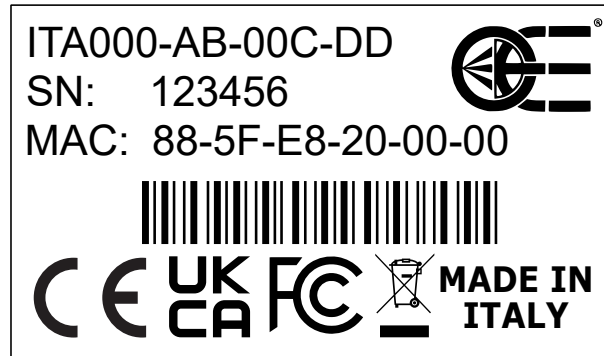


Figure 1: Esempio di etichetta della telecamera.

3.3 Condizioni di conservazione e utilizzo

3.3.1 Condizioni di conservazione

Ambiente di stoccaggio tra -10°C e 60°C.

Evitare gli shock termici non esponendo il prodotto a bruschi cambiamenti di temperatura.

Conservare il prodotto in un luogo asciutto: ambiente di stoccaggio con umidità relativa (RH) inferiore a 80% (senza condensa).

3.3.2 Condizioni operative

Le temperature estreme influiscono sulla funzionalità del prodotto, in particolare sui componenti elettronici.

Evitare gli shock termici non esponendo il prodotto a bruschi cambiamenti di temperatura.

Poiché il prodotto include componenti elettronici, può generare calore durante il funzionamento: è molto importante dissipare una quantità adeguata di calore (se necessario, utilizzare il dispositivo con un sistema di raffreddamento ad aria forzata).

Utilizzare il prodotto in un luogo asciutto: ambiente operativo con umidità relativa (RH) inferiore a 80% (senza condensa).

In generale, evitare di conservare e utilizzare la fotocamera nei seguenti ambienti:

- Ambienti con forti campi elettrici/magnetici.
- Luoghi esposti alla luce diretta del sole, alla pioggia o alla neve.
- Ambienti esposti a particolari gas e sostanze pericolose.
- In sistemi estremamente vibranti.

- Luoghi polverosi.
- Luoghi estremamente umidi.
- Ambienti eccessivamente caldi/freddi.

Le telecamere Itala sono state testate in una camera climatica per verificare le capacità di temperatura.



ATTENZIONE: La qualità del sensore di immagine si deteriora facilmente quando la sua temperatura supera l'intervallo $-10^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$ (temperatura di giunzione).
In ogni caso, non superare mai la temperatura massima assoluta del sensore, pari a 100°C .

Leggere la funzione **Device Temperature** → **Sensor GenIcam** per monitorare la temperatura del sensore e non superare i valori massimi assoluti.
Opto Engineering non sarà responsabile in caso di guasti dovuti al surriscaldamento.



ATTENZIONE: La temperatura dell'involucro non deve superare l'intervallo $-25^{\circ}\text{C} \div 65^{\circ}\text{C}$.

La temperatura della custodia è stata misurata sulla parte esterna della custodia in alluminio, vicino al supporto della fotocamera.



ATTENZIONE: Le temperature dell'ambiente e del case possono variare notevolmente in caso di scarsa dissipazione del calore.

In questo scenario, il monitoraggio della temperatura ambiente potrebbe non essere sufficiente.

L'utente deve monitorare la temperatura del case Itala e, se necessario, adottare una strategia di dissipazione adeguata per non superare i 65°C .

Opto Engineering non sarà responsabile in caso di guasti da surriscaldamento e danni al dispositivo.

3.4 Pulizia e manutenzione

Anche se la fotocamera è dotata di una robusta custodia meccanica, è necessario seguire alcuni accorgimenti per non danneggiare la fotocamera stessa.



ATTENZIONE: non tentare di smontare la fotocamera per pulirla. I componenti interni sono molto delicati e un uso improprio può causare danni permanenti o invalidare la garanzia. Tutte le operazioni di pulizia devono essere eseguite esternamente seguendo le procedure consigliate.

Housing



ATTENZIONE: evitare l'uso di sostanze chimiche inadeguate per la pulizia, come benzene, acetone, diluenti e detergenti spray.

Per pulire l'alloggiamento della fotocamera, utilizzare una piccola quantità di detergente neutro applicato con un panno morbido o una spazzola, quindi asciugare.

Sensor protection glass / filter



ATTENZIONE: evitare l'uso di sostanze chimiche inadeguate per la pulizia, come benzene, acetone, diluenti e detergenti spray.



ATTENZIONE: non utilizzare aria compressa ad alta pressione, poiché potrebbe far penetrare particelle di polvere nel gruppo della telecamera. Se assolutamente necessario, utilizzare solo aria a bassissima pressione erogata attraverso un ugello fine e regolata da un apposito regolatore di pressione.

Pulire il vetro protettivo o il filtro ottico situato davanti al sensore con un bastoncino di cotone privo di lanugine leggermente inumidito con alcol isopropilico.

4 INIZIARE A LAVORARE

4.1 Panoramica

Itala è un **Telecamera Gigabit Ethernet** industriale conforme alle specifiche *GigE Vision* e *GenICam*. Questa telecamera è in grado di trasferire dati di immagine ad alta velocità e su lunghe distanze, fino a centinaia di metri.

Progettate specificamente per ambienti industriali difficili, le telecamere Itala garantiscono un funzionamento affidabile e prestazioni ai vertici della categoria. Le conformità *GigE Vision* e *GenICam* consentono una facile integrazione e sostituzione della telecamera. Grazie alle opzioni di alimentazione flessibili (12-24 Vdc e **Power over Ethernet**), le telecamere Itala sono compatibili con la maggior parte dei sistemi di visione, consentendo configurazioni di cablaggio semplici e flessibili.

4.2 Installazione dell'hardware

4.2.1 Installazione della telecamera

La telecamera è dotata di 4 fori filettati M3 su ciascun lato, che consentono un montaggio flessibile e robusto. Si consiglia di montare la telecamera su un oggetto metallico utilizzando una staffa metallica per facilitare la dissipazione del calore. Prima di installare la telecamera, assicurarsi di allinearla correttamente, come richiesto dall'applicazione. Si tenga presente che è possibile sfruttare le funzioni della telecamera **ReverseX** e **ReverseY** per capovolgere l'immagine sugli assi X e Y direttamente nella telecamera, senza perdita di prestazioni.

È necessario prevedere uno spazio per garantire una buona impostazione dei cavi sul retro della telecamera.

NOTA: serrare le viti con una coppia di 1,2-1,4 Nm. Se il dispositivo è soggetto a forti vibrazioni, utilizzare un liquido frenafiletto.

4.2.2 Lente

ITALA G - G.EL

Le telecamere fornite con la custodia **TYPE 1** sono dotate di un connettore standard **C-mount** (diametro di 1 pollice, 32 filettature per pollice), con una distanza della flangia di 17,526 mm.

Le telecamere fornite con la custodia **TYPE 2** sono dotate di un attacco filettato **M42x1**, con una distanza dalla flangia di 12 mm.

Per i disegni dimensionali delle telecamere, vedere la sezione 5.5.

Prima di installare l'obiettivo, accertarsi che l'obiettivo e il vetro di protezione della fotocamera siano perfettamente puliti. Per le istruzioni sulla pulizia, consultare la sezione 3.4.

NOTA: per gli obiettivi pesanti, considerare la possibilità di montare direttamente l'obiettivo con un sistema di fissaggio appropriato invece di affidarsi ai fori di montaggio della fotocamera. Se l'obiettivo consente di regolare la fase dell'attacco, l'operazione è semplice. In caso contrario, è necessario assicurarsi che l'orientamento della fotocamera sia corretto dopo averla avvitata in posizione finale.

ITALA G.IP

Le telecamere fornite con la custodia **IP67** sono dotate di un connettore standard **C-mount** (diametro di 1 pollice, 32 filettature per pollice), con una distanza della flangia di 17,526 mm. Per i disegni dimensionali delle telecamere, vedere la sezione 5.5.

Prima di installare l'obiettivo, accertarsi che l'obiettivo e il vetro di protezione della fotocamera siano perfettamente puliti. Per le istruzioni sulla pulizia, consultare la sezione 3.4.



ATTENZIONE: per ottenere una protezione IP67 completa è necessario un apposito involucro per lenti.

IP67 Lens Enclosure



Figure 2: Installazione dell'involucro dell'obiettivo IP67.

Per ottenere una buona tenuta, il **Adapter** deve essere serrato correttamente sull'attacco a C. L'adattatore **Adapter Lock Ring** è progettato per bloccare l'adattatore **Adapter** in posizione e impedire che si muova. Il **Extender** è opzionale e la sua installazione dipende dalle dimensioni

dell'obiettivo. Anche il **Lens Tube** deve essere serrato per garantire una buona tenuta.



ATTENZIONE: non serrare eccessivamente le parti dell'alloggiamento dell'obiettivo per non danneggiare la fotocamera e le parti dell'alloggiamento dell'obiettivo.

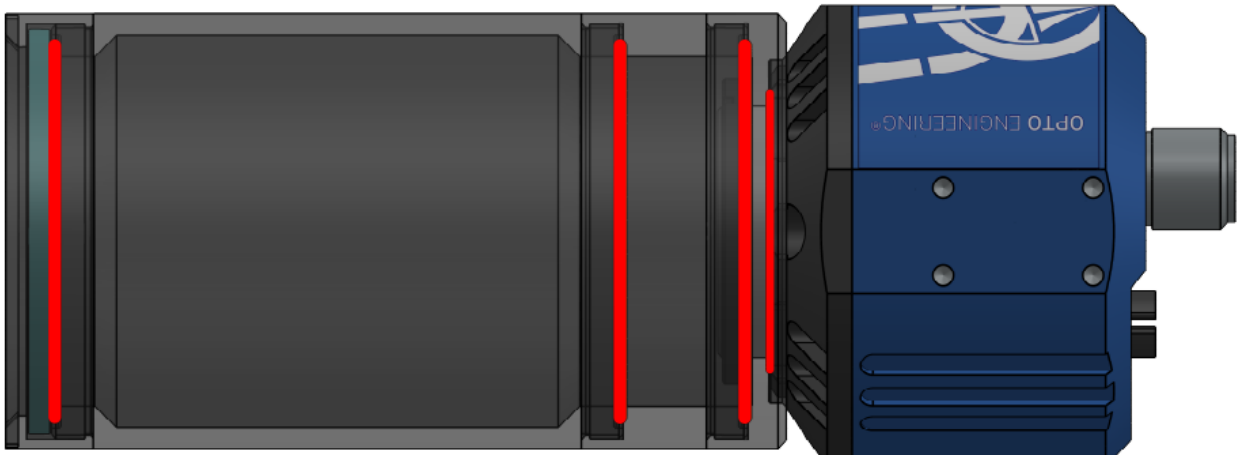


Figure 3: Posizionamento dell'O-Ring per la protezione dell'obiettivo IP67.



PERICOLO: assicurarsi che tutti gli O-ring richiesti dalle parti meccaniche dell'alloggiamento dell'obiettivo siano in posizione per garantire una buona tenuta. In caso contrario, la fotocamera potrebbe subire danni.

4.2.3 Cavo Ethernet

Collegare la telecamera al dispositivo host con un cavo Ethernet Cat 5e o superiore, conforme allo standard *ANSI/TIA-568*, con una lunghezza massima di 100m.

Per migliorare l'immunità EMI del sistema, soprattutto in ambienti industriali difficili, è opportuno utilizzare un cavo schermato.

Se si intende alimentare la telecamera con PoE (Power over Ethernet), collegare il cavo a un iniettore PoE o a un NIC (scheda di interfaccia di rete) adeguato.



ATTENZIONE: utilizzare sempre alimentatori, iniettori e NIC PoE certificati *IEEE 802.3af*. In caso contrario, la telecamera potrebbe subire danni.



ATTENZIONE: non utilizzare contemporaneamente il Power over Ethernet (PoE) e l'alimentazione dedicata a +24V. In questo modo, la telecamera potrebbe funzionare al di fuori delle specifiche garantite.



PERICOLO: I cavi devono essere disposti con cura, evitando pizzicotti, angoli acuti e tensioni eccessive. In caso contrario, si possono verificare cortocircuiti, danni agli apparecchi o addirittura incendi.

ITALA G - G.EL

Itala G - Le telecamere G.EL sono dotate di 2 fori filettati M2 per l'utilizzo di connettori RJ45 con chiusura a vite. Per le applicazioni in movimento (ad es. telecamera montata su un braccio robotico), utilizzare connettori con chiusura a vite e scaricatori di tensione per garantire un collegamento affidabile. Si consiglia inoltre di utilizzare un cavo ad alta flessibilità progettato specificamente per un numero elevato di cicli di piegatura.

Per i disegni dimensionali delle telecamere, vedere la sezione 5.5.

ITALA G.IP

Itala Le telecamere G.IP sono dotate di un connettore Ethernet femmina M12 X-Coded con grado di protezione IP67. Per le applicazioni dinamiche o in movimento non è necessario uno scarico della trazione aggiuntivo.



ATTENZIONE: per garantire una corretta tenuta, il connettore deve essere serrato saldamente. La coppia di serraggio tipica varia da 0,4 a 0,6 Nm; tuttavia, fare sempre riferimento alle specifiche del produttore del cavo per la coppia raccomandata.

Per le applicazioni in movimento (ad es. telecamera montata su un braccio robotico), utilizzare connettori con chiusura a vite e scaricatori di tensione per garantire un collegamento affidabile. Si consiglia inoltre di utilizzare un cavo ad alta flessibilità progettato specificamente per un numero elevato di cicli di piegatura.

Per i disegni dimensionali delle telecamere, vedere la sezione 5.5.

4.2.4 Cavo GPIO

La telecamera può essere alimentata anche attraverso la porta GPIO (General-Purpose Input/Output) utilizzando un cavo GPIO lungo fino a 30 m e un alimentatore adeguato. Per garantire prestazioni ottimali e immunità EMI in ambienti particolarmente disturbati, utilizzare cavi schermati. Per ulteriori informazioni sulla piedinatura del connettore GPIO e per un elenco completo delle specifiche elettriche delle telecamere Itala, consultare rispettivamente le sezioni 5.6 e 5.2.



ATTENZIONE: non utilizzare contemporaneamente il Power over Ethernet (PoE) e l'alimentazione dedicata a +24V. In questo modo, la telecamera potrebbe funzionare al di fuori delle specifiche garantite.



PERICOLO: potenza massima da utilizzare per l'alimentazione del prodotto PS2 secondo 62368-1 e LPS secondo Annex Q.1 inferiore a 100W.



PERICOLO: utilizzare sempre cavi e alimentatori adeguati che soddisfino tutte le specifiche del dispositivo. In caso contrario, si potrebbero verificare danni alla telecamera, incendi o lesioni all'operatore.



PERICOLO: I cavi devono essere disposti con cura, evitando pizzicotti, angoli acuti e tensioni eccessive. In caso contrario, si possono verificare cortocircuiti, danni agli apparecchi o addirittura incendi.

ITALA G - G.EL

Inserire saldamente il connettore push-pull, facendo attenzione al corretto orientamento. Per le applicazioni in movimento (ad es. telecamera montata su un braccio robotico) si consiglia un cavo ad alta flessibilità progettato specificamente per un numero elevato di cicli di piegatura.



ATTENZIONE: non forzare il connettore se si incontra troppa resistenza. Controllare l'orientamento del connettore e riprovare.

ITALA G.IP

Itala Le telecamere G.IP sono dotate di un connettore GPIO maschio M12 con codice A, classificato IP67. Per le applicazioni dinamiche o in movimento non è necessario uno scarico della trazione aggiuntivo.



ATTENZIONE: per garantire una corretta tenuta, il connettore deve essere serrato saldamente. La coppia di serraggio tipica varia da 0,4 a 0,6 Nm; tuttavia, fare sempre riferimento alle specifiche del produttore del cavo per la coppia raccomandata.

Per le applicazioni in movimento (ad es. telecamera montata su un braccio robotico) si consiglia un cavo ad alta flessibilità progettato specificamente per un numero elevato di cicli di piegatura. Per i disegni dimensionali delle telecamere, vedere la sezione 5.5.

4.2.5 Lente liquida

Se la telecamera è dotata dell'opzione **Liquid Lens Controller**, utilizzare un cavo specifico per collegare la porta GPIO della telecamera a un prodotto Opto Engineering® che integra un obiettivo sintonizzabile elettricamente. Sono possibili due configurazioni:

- Un **cavo punto-punto** dedicato consente di collegare in modo semplice l'obiettivo liquido quando la telecamera è alimentata tramite PoE.
- Un **Cavo a Y** dedicato consente il collegamento simultaneo di lenti a liquido, alimentazione e dispositivi di sincronizzazione.

Per ulteriori informazioni sul collegamento e sul funzionamento della lente liquida, consultare la sezione 6.17.1.



ATTENZIONE: quando si utilizza il **Cavo a Y** assicurarsi di **collegare prima la telecamera**, poi l'obiettivo e infine l'alimentatore. Non collegare/scollegare mai il connettore della fotocamera mentre l'obiettivo e/o l'alimentatore sono collegati. In caso contrario, si potrebbe danneggiare la EEPROM integrata nell'obiettivo a liquido.



ATTENZIONE: utilizzare sempre il cavo specifico fornito da Opto Engineering® per collegare l'obiettivo liquido alla fotocamera. In caso contrario, la fotocamera o l'obiettivo liquido potrebbero subire danni.

NOTA: se l'obiettivo consente di regolare la fase dell'attacco, scegliere un orientamento che riduca la tensione sul cavo.

L'orientamento del montaggio dell'obiettivo può influire sulla qualità dell'immagine. Leggere le specifiche dell'obiettivo prima dell'installazione finale del sistema di visione.

4.3 Configurazione del sistema

NOTA: il firmware della telecamera viene aggiornato frequentemente per aggiungere nuove funzioni e migliorare quelle esistenti. Controllare regolarmente sul sito web di Opto Engineering la disponibilità di una nuova versione del firmware e **aggiornare la telecamera prima dell'installazione.**

4.3.1 Requisiti di sistema

Il Itala SDK può essere installato in un sistema funzionante con uno dei seguenti OS:

- Microsoft Windows 10 / 11 (x64)
- Ubuntu 18.04 (x64) or higher
- Ubuntu 18.04 (arm64) or higher
(tested on NVIDIA Jetson AGX Orin, Jetson Orin Nano and Jetson TX2)

Il corretto funzionamento della fotocamera non è stato testato con altri sistemi operativi e piattaforme.

Per ulteriori informazioni, contattare il rappresentante Opto Engineering.

Fate attenzione a utilizzare una NIC (scheda di interfaccia di rete) che supporti la comunicazione Gigabit Ethernet: in particolare, scegliete una NIC con capacità di pacchetti jumbo frame.

La telecamera Itala è un dispositivo ad alte prestazioni che trasmette immagini con un'elevata velocità di trasmissione dei dati. Per garantire prestazioni ottimali, il sistema host deve essere sufficientemente potente per gestire la grande quantità di dati inviati dalla telecamera. Scegliere una CPU ad alte prestazioni e una quantità di RAM sufficiente per l'acquisizione e l'elaborazione delle immagini della propria applicazione specifica.

4.3.2 Driver della telecamera

Per gestire al meglio l'elevato throughput dello streaming di immagini, si consiglia di utilizzare il driver del filtro **Itala**. Il driver del filtro intercetta i pacchetti del protocollo di streaming *GigE Vision*, riassembla l'intero payload e lo invia direttamente al buffer dell'immagine dell'applicazione. Ciò consente di saltare lo stack di protocollo di rete standard che aumenterebbe la latenza e l'utilizzo della CPU sulla macchina host (Fig.4). Il risultato è un offload di basso livello per la gestione dei pacchetti che ottimizza il consumo di risorse del sistema host.

Installare il driver su Windows

Il programma di installazione Itala SDK si occupa dei driver necessari per i filtri, che vengono installati automaticamente sul computer host.

È possibile verificare l'avvenuta installazione del driver del filtro nella finestra delle proprietà della connessione Ethernet. Andare a *Control Panel > Network and Sharing Center > Change adapter settings*, fare clic con il pulsante destro del mouse sulla connessione Ethernet e selezionare *Properties*. Nella scheda *Networking* si dovrebbe vedere la voce del driver di filtraggio con una casella di controllo selezionata, come mostrato nella Fig.5.

NOTA: per evitare conflitti, si consiglia di disabilitare i driver di filtro di altri produttori di fotocamere eventualmente installati sul sistema.

Se è necessario reinstallare i driver dopo una rimozione indesiderata, seguire questa procedura:

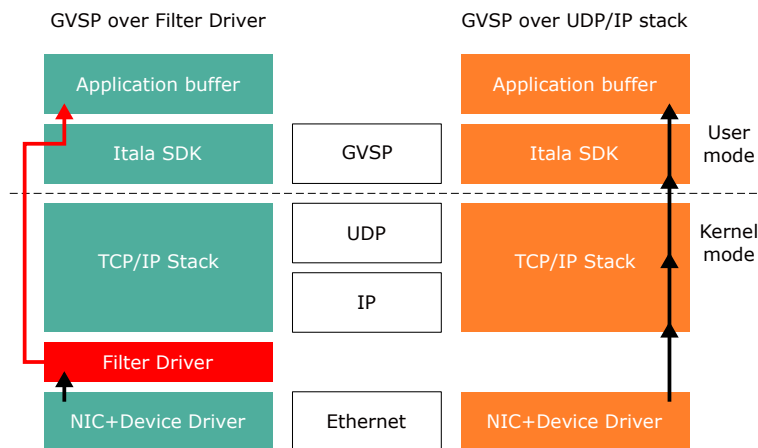


Figure 4: GigEVision Streaming (GVSP) con e senza il filtro driver

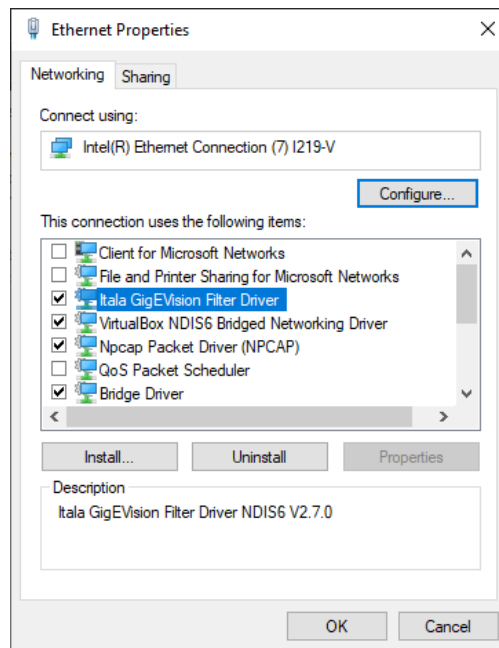


Figure 5: Il driver del filtro è stato installato con successo.

1. Accedere alla directory di installazione Itala SDK.
2. Aprire la cartella Filterdriver.
3. Avviare *install_driver_win10.bat* in caso di sistema operativo Windows 10. Fare attenzione a scegliere il batch corretto a seconda del sistema operativo.
4. Al termine dell'installazione, il driver del filtro apparirà nella finestra delle proprietà della NIC (Fig. 5).

Installare il driver su Ubuntu

Il modulo GEV di Ubuntu non è obbligatorio per le telecamere 1G, ma è fortemente consigliato per le telecamere a velocità più elevata, soprattutto se si verificano problemi di pacchetti incompleti o persi.

Esistono due modi per installare il driver GEV in ubuntu (*oegevmodule*).

Il primo è l'esecuzione dello script `/opt/itala-sdk/scripts/oegevmodule/install_oegevmodule.sh` con privilegi di amministratore. Cercherà di scaricare e installare la versione corretta del modulo nel sistema.

Il secondo modo consiste nello scaricare e installare manualmente il modulo GEV dal sito web di Opto Engineering (<https://www.opto-e.com/en/resources/itala-drivers>). Per scegliere la versione corretta è necessario conoscere:

- la versione del driver supportata dalla versione Itala SDK: controllare il file `/opt/itala-sdk/changelog.md`
- la versione del kernel: aprire un terminale e digitare `uname -r`.

Il file che si sta cercando segue il formato `oegevmodule-<driver-version>-<kernel-version>.tar.gz`, ad esempio `oegevmodule-24.04.0-5-15-119-generic.tar.gz`. Una volta scaricato il pacchetto, è possibile decomprimere l'archivio e seguire le istruzioni *README* contenute nella cartella decompressa.

Ogni volta che il kernel viene aggiornato, ad esempio per un aggiornamento del sistema, è necessario installare nuovamente il driver.

Ogni volta che si aggiorna il Itala SDK potrebbe essere necessario aggiornare anche il modulo GEV. Controllare `/opt/itala-sdk/changelog.md` o il sito web ufficiale di Opto Engineering per verificare se la versione del modulo GEV installata è supportata dalla versione Itala SDK.

È possibile verificare se l'installazione è stata completata correttamente eseguendo `lsmod | grep oegevmodule` da un terminale. Se il comando non restituisce nulla, *oegevmodule* non è stato installato correttamente, altrimenti sì. È anche possibile valutare l'attività del modulo *oegev* nei registri del kernel (eseguendo l'utilità `dmesg` linux).

Se si riscontrano problemi di installazione o se la versione del kernel di destinazione non è ancora supportata, rivolgersi all'assistenza tecnica di Opto Engineering.

4.3.3 Rete e configurazione

La telecamera è configurata in fabbrica per ottenere automaticamente un indirizzo IP in modalità DHCP/LLA (IP dinamico). Ciò garantisce la massima compatibilità con le diverse configurazioni di rete. Per la prima connessione, si consiglia di configurare le impostazioni di rete in modo da utilizzare il DHCP.

Se la telecamera non è accessibile, è possibile forzarla ad adottare un **IP configuration** compatibile con le impostazioni correnti del NIC. A tale scopo, consultare la sezione 4.7.2.

Dopo la prima connessione, si consiglia di impostare un indirizzo IP statico sia per la NIC che per il dispositivo, se possibile. In questo modo si garantisce un processo di individuazione e di negoziazione dell'IP più rapido.

Si raccomanda che il collegamento sia il più semplice possibile. Per ottenere prestazioni ottimali, utilizzare una connessione diretta con la NIC o collegare la telecamera e il computer host allo stesso switch Ethernet senza instradare altro traffico pesante.

Impostazioni IP dinamico su Windows

Andare a *Control Panel > Network and Sharing Center > Change adapter settings*, fare clic con il pulsante destro del mouse sulla connessione Ethernet e selezionare *Properties*. Nella scheda *Networking* selezionare *Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)* dall'elenco e quindi fare clic su *Properties*. Selezionare *Obtain an IP address automatically* e fare clic su *OK*. Infine, fare clic su *OK* nella finestra precedente.

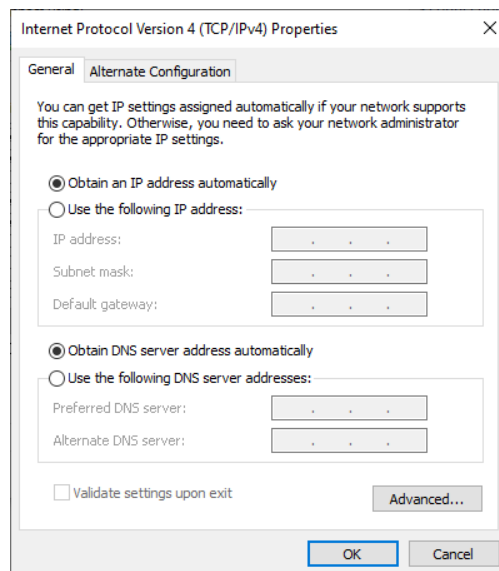


Figure 6: Configurazione IP dinamica della connessione di rete su Windows.

Impostazioni IP dinamico su Ubuntu

Passare a *Settings > Network* e creare o modificare un *Connection Profile*. Andare alla scheda *IPv4*, impostare *Automatic (DHCP)* e fare clic su *Apply*.

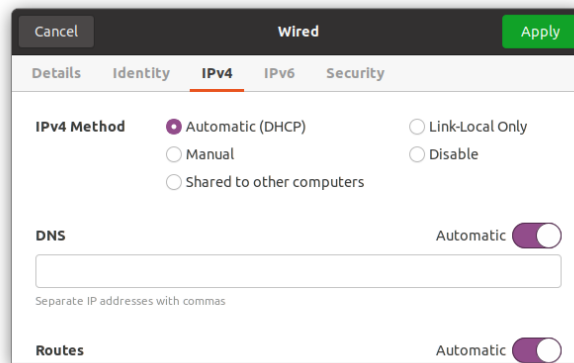


Figure 7: Configurazione IP dinamica della connessione di rete su Ubuntu.

4.3.4 Gestione della larghezza di banda

Per ottenere le migliori prestazioni di streaming, l'affidabilità della connessione e ridurre il consumo di CPU, si consiglia di configurare la NIC (scheda di interfaccia di rete) in modo da utilizzare i frame **Jumbo**. I frame Jumbo sono frame Ethernet di dimensioni superiori a 1500 byte e consentono di aumentare l'efficienza della connessione, riducendo la quantità di overhead del protocollo. Opto Engineering® raccomanda di utilizzare una NIC che supporti frame Jumbo di almeno 9000 byte.

Quando si collega l'**telecamere multiple** a un singolo computer, si consiglia di collegare tutti i dispositivi direttamente utilizzando più NIC gigabit.

Se la telecamera è collegata a uno switch Ethernet, accertarsi che supporti anche i jumbo frame. Tenete presente che se più dispositivi sono collegati allo stesso switch Ethernet, condivideranno la larghezza di banda disponibile.

Per ulteriori informazioni sulla gestione della larghezza di banda e sulla configurazione del sistema multicamera, consultare la sezione 6.1.2.

Impostazioni dei frame Jumbo su Windows

Di solito i frame Jumbo sono disattivati per impostazione predefinita. Per abilitarli, andare su *Control Panel > Network and Sharing Center > Change adapter settings*, fare clic con il pulsante destro del mouse sulla connessione Ethernet e selezionare *Properties*.

Nella scheda *Networking* fare clic su *Configure*. Viene visualizzata la finestra delle impostazioni NIC. Nella scheda *Advanced* individuare la voce *Jumbo frame* o simile e attivarla (Fig. 8). Il valore da impostare può variare a seconda del modello di NIC e del produttore specifico.

Se si verificano ancora problemi con la connessione della fotocamera, è possibile provare:

- Installazione dei driver NIC più recenti.
- Aumentare la *dimensione del buffer di ricezione* della NIC.

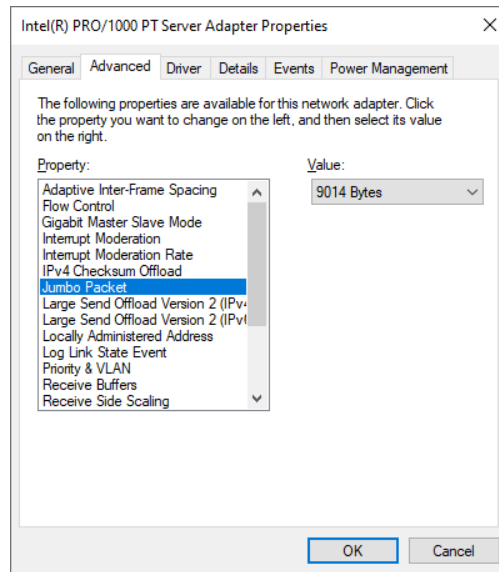


Figure 8: Impostazioni avanzate della scheda NIC con i frame Jumbo abilitati su Windows.

Impostazioni dei frame Jumbo su Ubuntu

I frame jumbo sono solitamente disattivati per impostazione predefinita. Per abilitarli, andare su *Settings > Network* e modificare un *Connection Profile*. Andare alla scheda *Identity*, impostare *MTU* su un valore di 9000 (o superiore) e fare clic su *Apply* (Fig.9). È necessario verificare se il valore MTU è stato effettivamente impostato sulla scheda NIC. A tale scopo, collegare un dispositivo alla scheda NIC, aprire *Terminal* e utilizzare i comandi `ip a` o `ifconfig`. Si otterrà un risultato simile a quello della Fig.10.

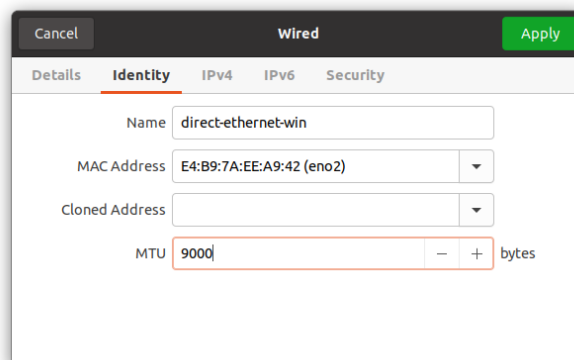


Figure 9: Impostazioni dei frame Jumbo su Ubuntu.

Se si verificano ancora problemi con la connessione della fotocamera, è possibile provare:

- Installazione dei driver NIC più recenti.
- Aumentare la *dimensione del buffer di ricezione* della NIC.

```

eno2: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 9000
    inet6 fe80::b9dc:9a85:3020:f0cc prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether e4:b9:7a:ee:a9:42 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 3 bytes 894 (894.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 8 bytes 1452 (1.4 KB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
    device interrupt 16 memory 0xd1200000-d1220000
  
```

Figure 10: Verifica delle impostazioni di jumbo frame su Ubuntu (output `ifconfig`).

Un modo per verificare la dimensione massima del buffer di ricezione e trasmissione è usare il comando `ethtool -g eth0`, se la NIC di destinazione è `eth0`. Si otterrà un risultato simile a quello della Fig.11.

```

Ring parameters for eno2:
Pre-set maximums:
RX:                4096
RX Mini:           0
RX Jumbo:          0
TX:                4096
Current hardware settings:
RX:                256
RX Mini:           0
RX Jumbo:          0
TX:                256
  
```

Figure 11: Verifica della dimensione massima del buffer RX e TX su Ubuntu.

Quindi, la dimensione massima può essere impostata con `sudo ethtool -g eth0 rx 4096 tx 4096`.

Su Ubuntu e, più in generale, sui sistemi operativi Linux, esistono diversi modi per impostare i parametri di rete, soprattutto quelli avanzati. Per impostare i parametri di rete dal *Terminal*, è possibile utilizzare i comandi `ip`, `ifconfig` e `ethtool`. Tuttavia, occorre tenere presente che queste impostazioni sono temporanee e non persistono tra i vari riavvii. Per apportare modifiche persistenti, utilizzare *Netplan*, il comando *NetworkManager* (`nmcli` / `nmtui`) o configurare il file `/etc/network/interfaces..`

4.3.5 Gestione dell'alimentazione del NIC

Finestre

Il pannello **Gestione dell'alimentazione** è accessibile in una scheda dedicata della finestra Proprietà della NIC (vedere Fig. 12).

Per impostazione predefinita, le schede di interfaccia di rete possono essere configurate per il risparmio energetico.

Tuttavia, questa impostazione potrebbe ridurre le prestazioni complessive del sistema, provocando comportamenti inaspettati, soprattutto in caso di elevata larghezza di banda.

L'impostazione **Consentire al computer di spegnere il dispositivo per risparmiare energia** controlla la gestione della scheda di rete quando il computer entra in modalità di sospensione.

Si consiglia vivamente di lasciare questa casella di controllo non selezionata, per evitare ottimizzazioni del consumo energetico del sistema operativo e possibili perdite di prestazioni.

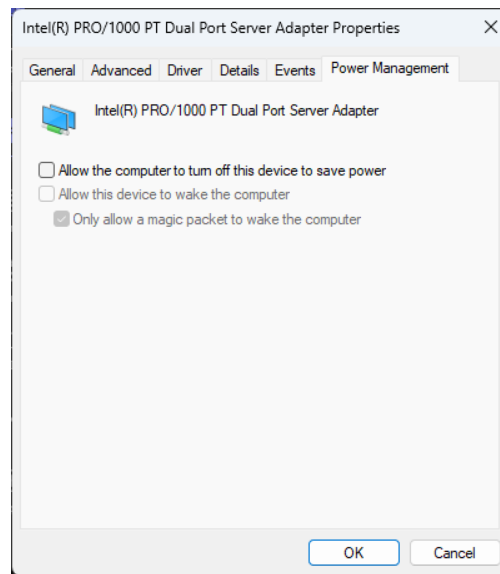


Figure 12: Impostazioni di gestione dell'alimentazione della NIC: la disattivazione del dispositivo deve essere disabilitata.

Ubuntu

Se si verificano problemi legati alle funzioni di risparmio energetico, si consiglia di disabilitarle. Iniziare a verificare se le funzionalità *Wake-on* o le impostazioni *Energy Efficient Ethernet (EEE)* sono la causa del problema, poiché a volte possono interferire con la stabilità della rete.

Per una configurazione più orientata alle prestazioni, si può provare a disabilitare *PCIe ASPM (Active-State Power Management)* se si sospetta che i meccanismi di risparmio energetico a livello di sistema abbiano un impatto sulle prestazioni della rete. La disattivazione di *ASPM* disattiva questa funzione per tutti i dispositivi PCIe, il che può contribuire a ridurre la latenza e a migliorare la stabilità al costo di un consumo energetico leggermente superiore.

4.4 Itala SDK

Le telecamere Itala vengono fornite con un kit di sviluppo software completo, Itala SDK, che sfrutta appieno gli standard e le tecnologie più recenti nel settore della visione artificiale.

L'SDK comprende:

- Itala API
- Itala View
- GenTL producer (.cti)
- Driver del filtro
- Documentazione con esempi di codice

Installazione dell'SDK Itala su Windows

Per installare correttamente il Itala SDK, procedere come segue:

1. Scaricare il Itala SDK dal sito web di Opto Engineering ed eseguire il programma di installazione.
2. Viene visualizzata la finestra di impostazione Itala SDK: assicurarsi di seguire le istruzioni elencate (Fig.13).

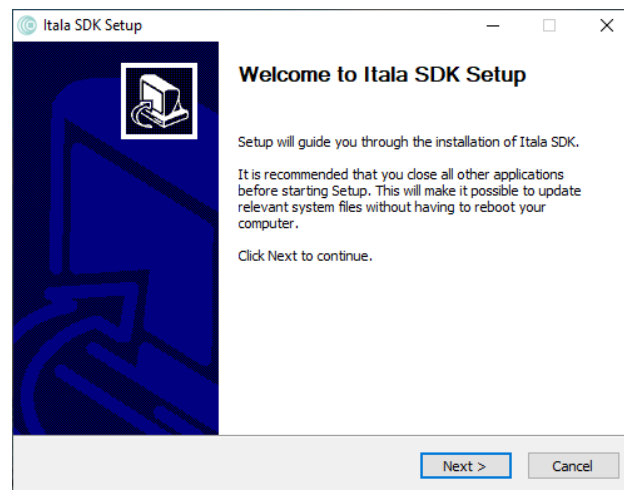


Figure 13: Finestra di impostazione Itala SDK.

3. Controllare le condizioni di licenza prima di installare Itala SDK (Fig.14).

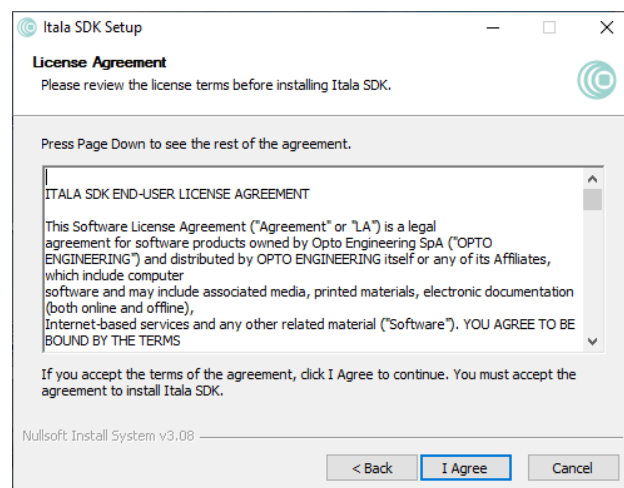


Figure 14: Itala SDK finestra del contratto di licenza.

4. Scegliere la cartella di destinazione (Fig. 15).

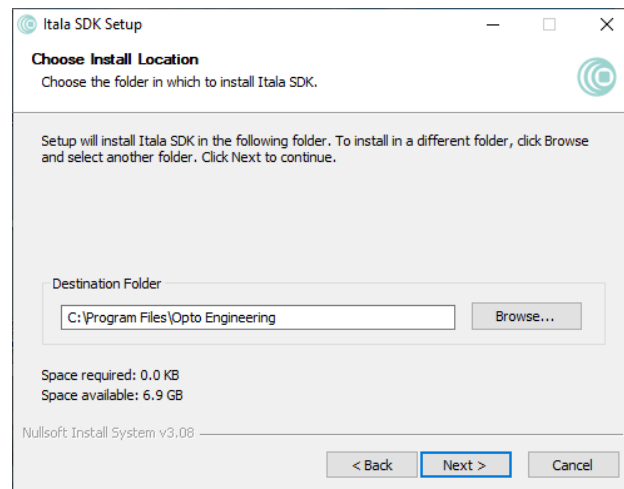


Figure 15: Itala SDK finestra della cartella di destinazione.

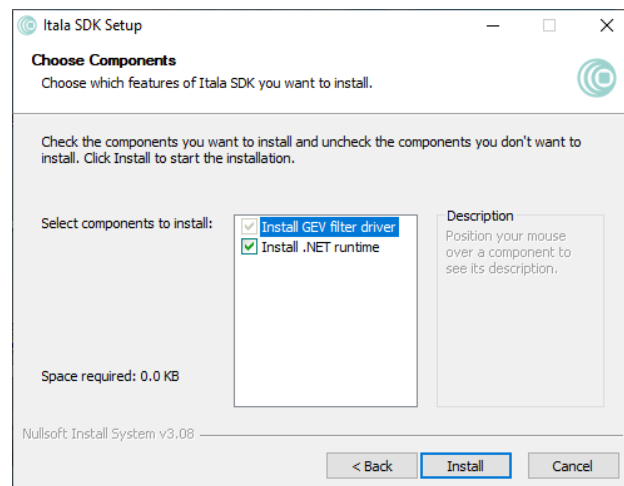


Figure 16: Finestra di selezione dei componenti.

5. Selezionare i componenti da installare (Fig. 16). In caso di installazione del solo filtro driver, il passo 6 può essere saltato.
6. (Facoltativo) Se è necessario installare il runtime .NET, fare clic su *Install* nella finestra di installazione del runtime .NET (Fig.17). Se l'installazione è andata a buon fine, apparirà la finestra mostrata nella Fig.18.
7. L'installazione di Itala SDK verrà eseguita automaticamente. La barra di avanzamento può essere monitorata per controllare lo stato dell'installazione. Al termine dell'installazione, verrà visualizzata una finestra di conferma (Fig. 19).

Installazione dell'SDK Itala su Ubuntu

Itala SDK è fornito come pacchetto .deb, che consente una facile installazione con apt o dpkg. Il pacchetto non ha altre dipendenze oltre alle librerie di sistema standard. **Administrator (root)**

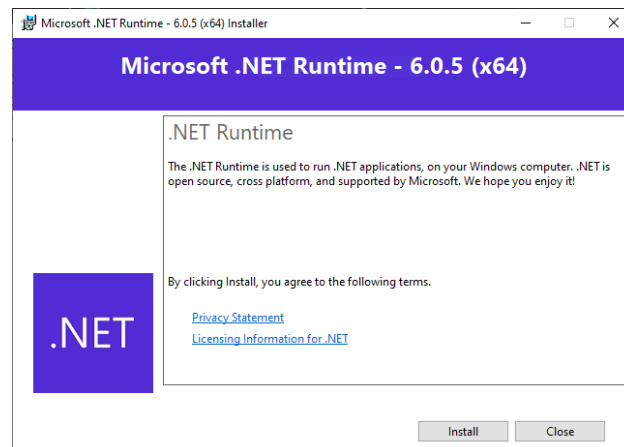


Figure 17: Finestra di installazione del runtime .NET.

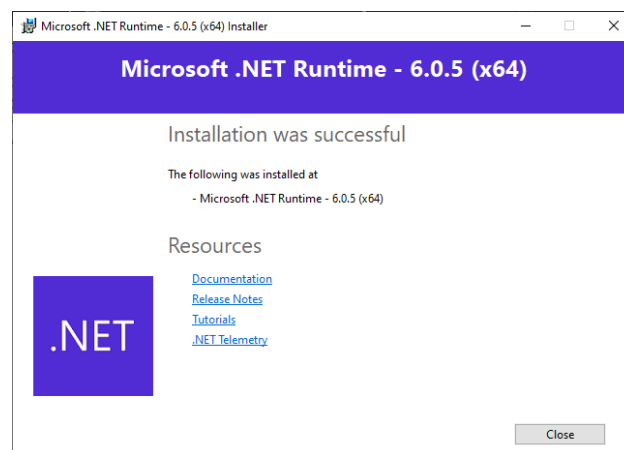


Figure 18: Finestra di installazione del runtime .NET andata a buon fine.

privileges are required.

Utilizzate i seguenti comandi per installare o rimuovere il pacchetto:

```
dpkg -i itala-sdk_v2025.05.21_amd64.deb # install
```

```
dpkg -r itala-sdk # uninstall (nome del pacchetto, non del file!)
```

Tutti i file si trovano nella directory `/opt/itala-sdk`. Quando si crea un software utilizzando Itala API, il linker rileva automaticamente le librerie condivise Itala API. Ciò è abilitato dal file `itala-sdk.conf`, che viene collocato nella directory `/etc/ld.so.conf.d` durante l'installazione. Questa directory contiene frammenti di configurazione che sono inclusi nella configurazione principale del linker.

NOTA: Potrebbe essere necessario un riavvio/logout per applicare le modifiche apportate al linker e alle variabili d'ambiente (cioè alle variabili GenTL).

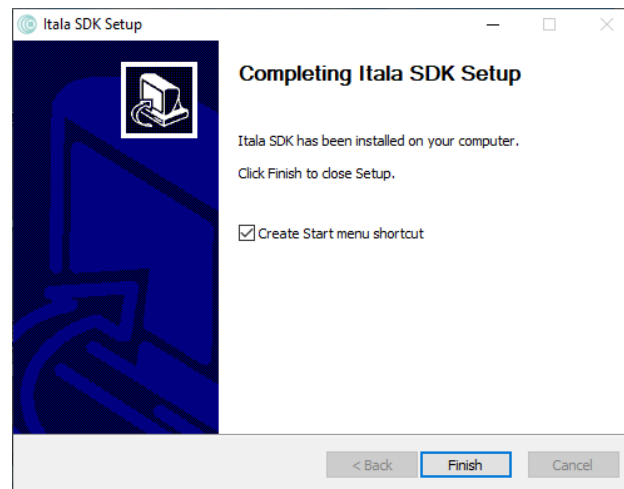


Figure 19: Itala SDK l'installazione è terminata con successo.

NOTA: Quando si installa tramite `apt`, la dimensione del pacchetto può apparire come 115 GB. Questo valore non è corretto e non rappresenta la dimensione effettiva dell'installazione.

4.5 Utilizzo della fotocamera con Itala API

Con Itala API è facile integrare i dispositivi Itala in applicazioni personalizzate, grazie a un'ampia serie di esempi e a una documentazione completa. Per ulteriori informazioni sull'uso della libreria, consultare la documentazione Itala API nella cartella di installazione dell'SDK.

4.5.1 Documentazione Itala SDK

La documentazione dell'SDK si trova nella directory di installazione (*Itala SDK > Development > doc > html*).

La figura 20 mostra la pagina iniziale della documentazione di Itala SDK.

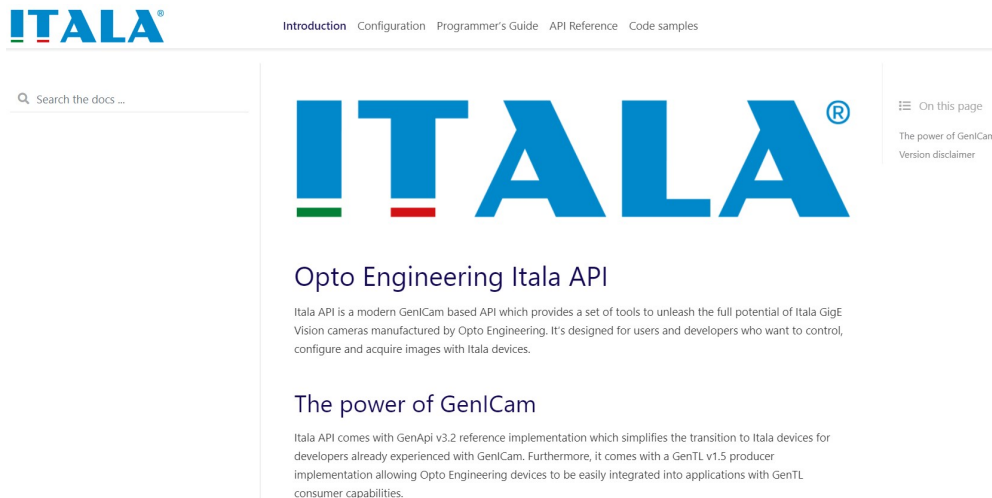


Figure 20: Pagina iniziale della documentazione Itala SDK.

4.6 Utilizzo della fotocamera con software di terze parti

Le telecamere Itala sono conformi agli standard **GigE Vision** e **GenICam**, consentendo una facile integrazione con software di visione di terze parti. Inoltre, l'SDK include un file **GenTL producer** (file .cti) conforme alle specifiche GenTL ospitate da EMVA. Questo migliora ulteriormente l'interoperabilità con altri dispositivi e software conformi.

4.7 Utilizzo della fotocamera con Itala View

Itala View è uno strumento GUI che consente la valutazione, la configurazione e la risoluzione dei problemi delle telecamere Itala. Grazie a una serie completa di utility e procedure guidate, Itala View velocizza la valutazione e l'implementazione di un sistema di visione basato sulle telecamere Itala.

Per facilitare il primo utilizzo dell'applicazione, nelle sezioni seguenti viene fornita una breve panoramica.

4.7.1 Schede e pannelli

Con riferimento alla Fig. 21, la finestra principale di Itala View può essere suddivisa in diverse aree funzionali:

1. Barra del menu
2. Individuazione del dispositivo
3. Informazioni e controllo del dispositivo
4. Streaming video
5. Analisi e registrazione dei dati delle immagini

6. Albero delle caratteristiche di GenICam

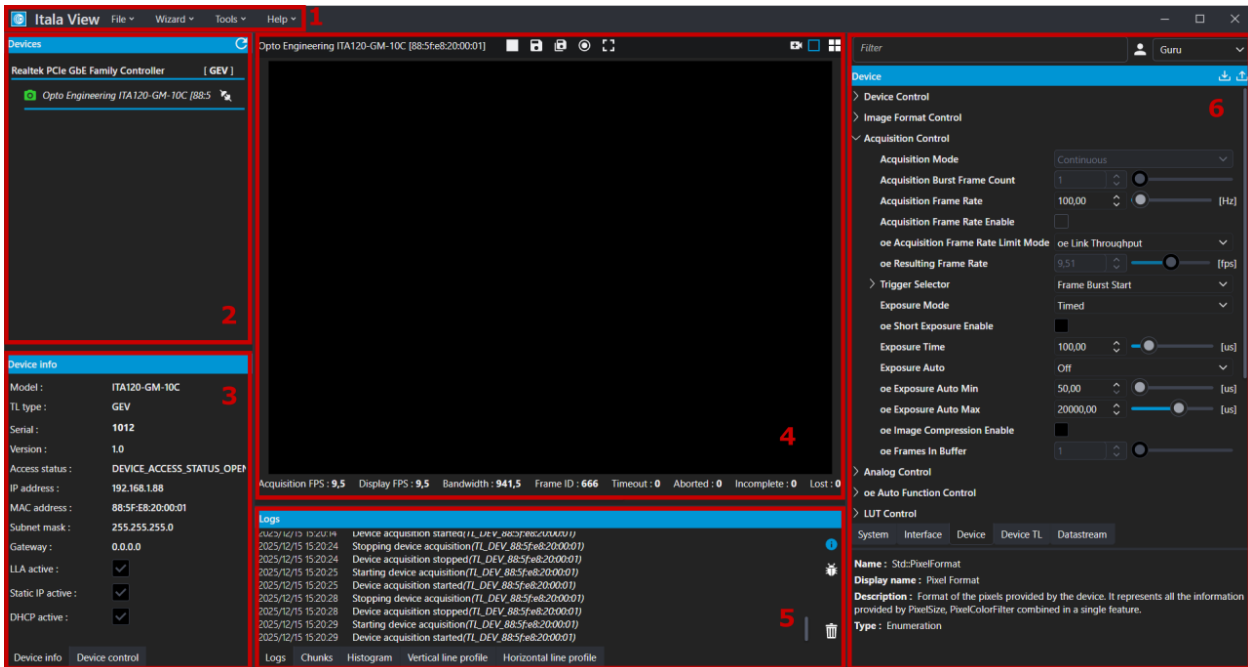


Figure 21: Finestra principale del visualizzatore.

Il **barra del menu** consente di accedere alle impostazioni, agli strumenti e alle procedure guidate dell'applicazione.

Il pannello **scoperta del dispositivo** elenca le NIC del computer e le telecamere ad esse collegate. Un pulsante di aggiornamento in alto consente di eseguire una ricerca e un'enumerazione dei dispositivi GigEVision collegati alla rete.

Ogni dispositivo ha un'icona di stato che segnala se è raggiungibile o meno. Un dispositivo non raggiungibile può essere sintomo di una configurazione IP errata o che lo stesso dispositivo è attualmente in uso da un'altra applicazione client.

Accanto a ciascun dispositivo è presente un pulsante di connessione/disconnessione utilizzato per accedervi.

Nella scheda **informazioni sul dispositivo** sono riportate alcune informazioni essenziali sul dispositivo attualmente selezionato nel pannello di ricerca. Queste includono il modello del dispositivo, il numero di serie, l'indirizzo MAC e l'indirizzo IP corrente.

Nella scheda **controllo del dispositivo** è possibile selezionare la modalità di accesso desiderata e il numero di buffer da allocare per il grabbing delle immagini.

La vista **streaming video** consente di controllare il processo di acquisizione e di vedere le immagini effettive acquisite dalla telecamera.

Nella parte superiore del pannello sono presenti alcuni pulsanti di accesso rapido per avviare/arrestare l'acquisizione, salvare le immagini e attivare la modalità a schermo intero.

Nella parte inferiore è presente una barra di stato con statistiche sull'acquisizione e informazioni

utili sull'immagine corrente.

Utilizzando le schede **analisi e registrazione dei dati delle immagini** è possibile visualizzare il log dell'applicazione, i dati del chunk dell'immagine corrente ed eseguire diversi tipi di analisi sull'immagine acquisita.

Attraverso il **Albero delle caratteristiche di GenICam** è possibile accedere ai parametri della telecamera. Le caratteristiche sono raggruppate per funzioni in modo gerarchico e consentono di configurare le periferiche della telecamera e/o di leggerne lo stato. Si tratta di funzioni di base, come le impostazioni del tempo di esposizione, del guadagno o del trigger, e di funzioni più avanzate, come l'encoder o il controller della lente liquida.

È possibile utilizzare le schede sotto la vista ad albero per passare dalle mappe dei nodi dei moduli GenTL al dispositivo collegato (selezionato per impostazione predefinita).

4.7.2 Configuratore IP

Dal menu *Tools* è possibile accedere all'utility *IP Configurator*. Il configuratore IP è stato progettato per risolvere in modo efficiente i problemi di configurazione di rete delle telecamere Itala, tra cui, ma non solo, i seguenti:

- Telecamera e NIC impostate con IP persistenti ma con sottoreti diverse
- Telecamera e NIC impostate con IP persistenti ma con maschere di sottorete diverse
- Telecamera impostata in modalità DHCP e NIC impostata con un IP persistente
- Videocamera impostata con un IP persistente e NIC impostata in modalità DHCP

Come si può vedere nella Fig. 22, il configuratore IP presenta un pannello per la scoperta e l'enumerazione dei dispositivi simile a quello della finestra principale del visualizzatore. Sulla destra sono visibili le informazioni relative al NIC e alla telecamera del dispositivo attualmente selezionato nel suddetto pannello di scoperta.

I problemi di configurazione IP possono essere risolti dal pannello **settings** nell'angolo in basso a destra. Ad esempio, è possibile forzare la telecamera ad adottare un IP persistente coerente con le impostazioni IP correnti della NIC. È sufficiente inserire i dati corretti e fare clic sul pulsante *Apply*. Nel pannello dei log è possibile vedere l'avanzamento della configurazione e verificare che le impostazioni siano state applicate correttamente.

Come nella finestra principale del visualizzatore, l'icona accanto a ciascun dispositivo enumerato mostra i potenziali problemi con un segnale di avvertimento rosso.

Per ulteriori informazioni sulla configurazione IP della telecamera, consultare la sezione 4.3.3.

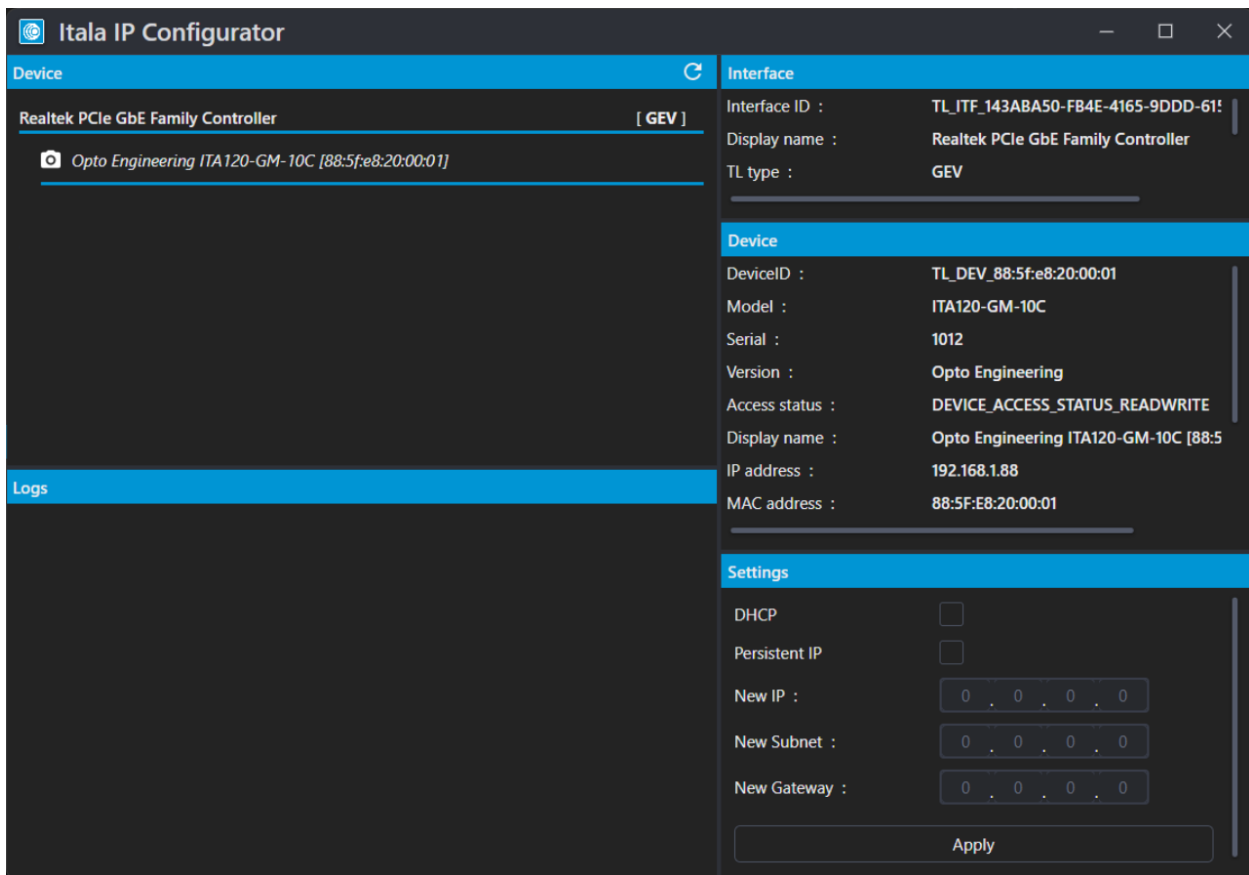


Figure 22: Finestra del configuratore IP.

4.7.3 Aggiornamento del firmware

Dal menu *Tools* si accede all'utility *Firmware Update* (Fig.23). È ora possibile selezionare un file di firmware per ogni dispositivo che è stato enumerato. L'ultimo firmware per le telecamere Itala può essere scaricato dal sito web di Opto Engineering.

Seguire questa procedura per aggiornare uno o più dispositivi:

1. Selezionare un file di aggiornamento del firmware per ogni dispositivo che si desidera aggiornare.
2. Fare clic sul pulsante *Update* per avviare un processo di aggiornamento batch.
3. **Non scollegare o spegnere** i dispositivi durante il processo di aggiornamento (Fig. 24). Il lampeggio del LED segnala che la fotocamera sta scrivendo sulla memoria flash.
4. Attendere che tutti i dispositivi vengano aggiornati correttamente.

NOTA: non scollegare o spegnere il dispositivo durante il processo di aggiornamento. In caso contrario, il dispositivo potrebbe non essere più avviabile e dovrebbe essere restituito a Opto Engineering per un reset di fabbrica.

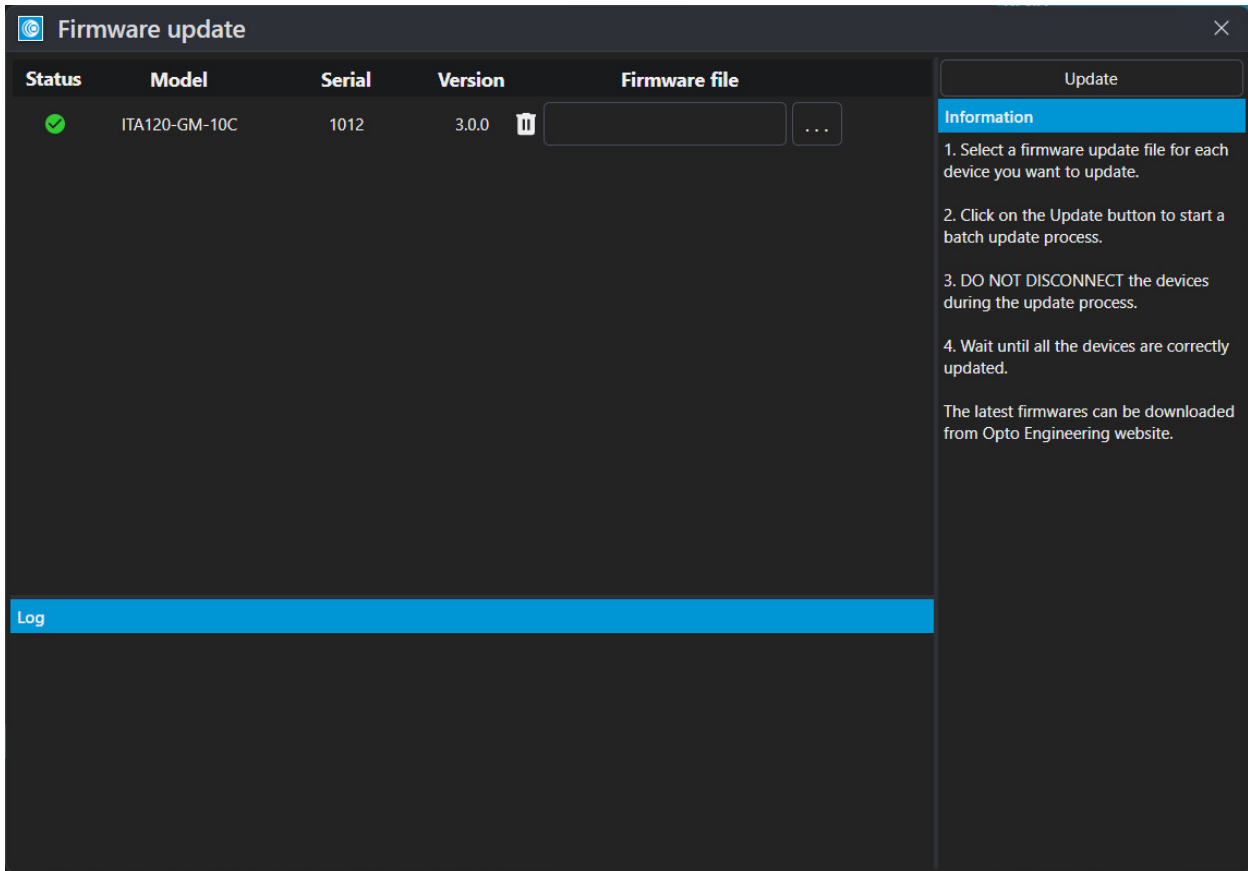


Figure 23: Finestra del programma di aggiornamento FW.

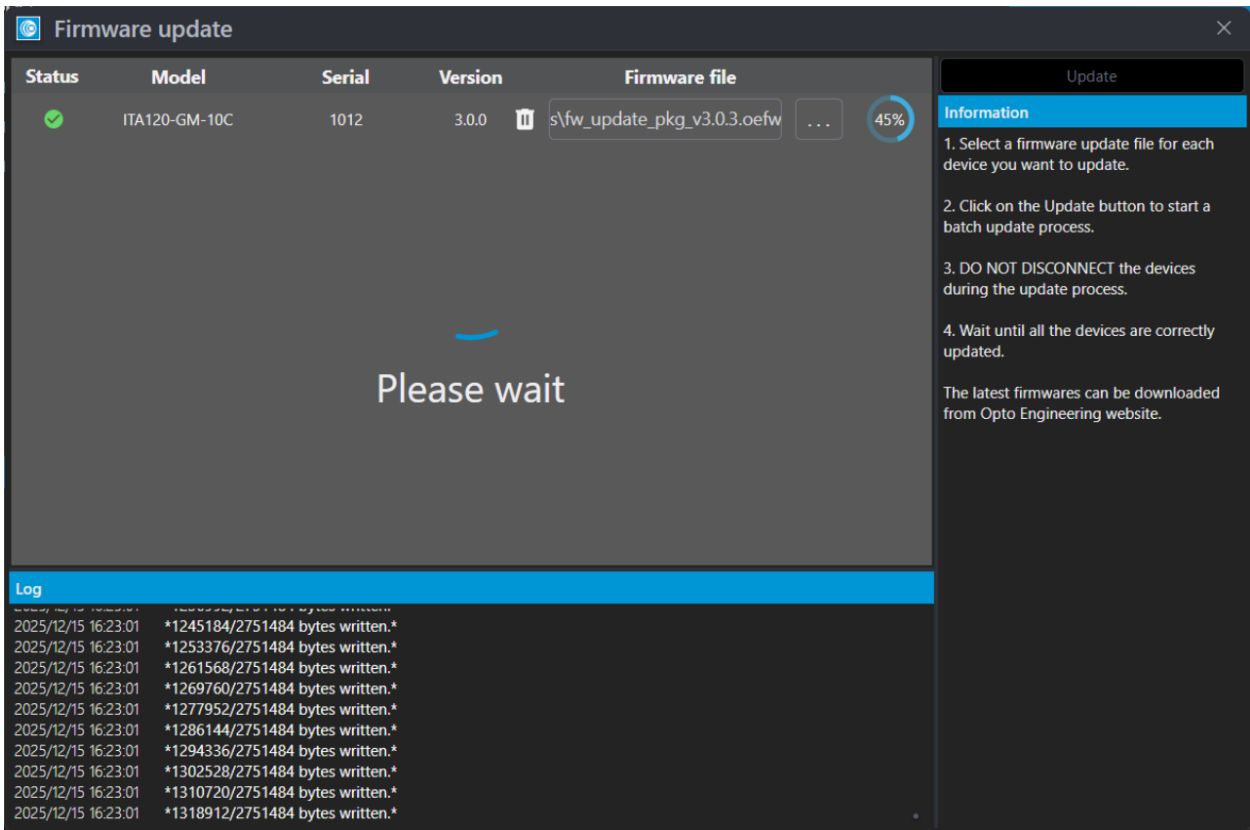


Figure 24: Aggiornamento FW in corso.

4.7.4 Procedura guidata LUT

Dal menu *Wizard* è possibile accedere alla procedura guidata *LUT*. Consente di visualizzare e modificare la LUT della telecamera selezionata.

Fare clic su *Import from camera* per leggere la LUT dai registri della telecamera e visualizzarla nella scheda *Chart* (Fig. 25). È ora possibile modificare ciascun valore della LUT nella scheda *Table* (Fig. 26). Un modo migliore per impostare una LUT specifica è quello di caricare un file CSV precedentemente generato con un editor di fogli di calcolo o un software simile. È anche possibile scrivere la LUT corrente su un file CSV, modificarla e poi rileggerla.

Quando si è soddisfatti della LUT ottenuta, fare clic su *Apply* per salvarla nella memoria della fotocamera. Per ulteriori informazioni sulla funzione LUT, consultare la sezione 6.6.1.

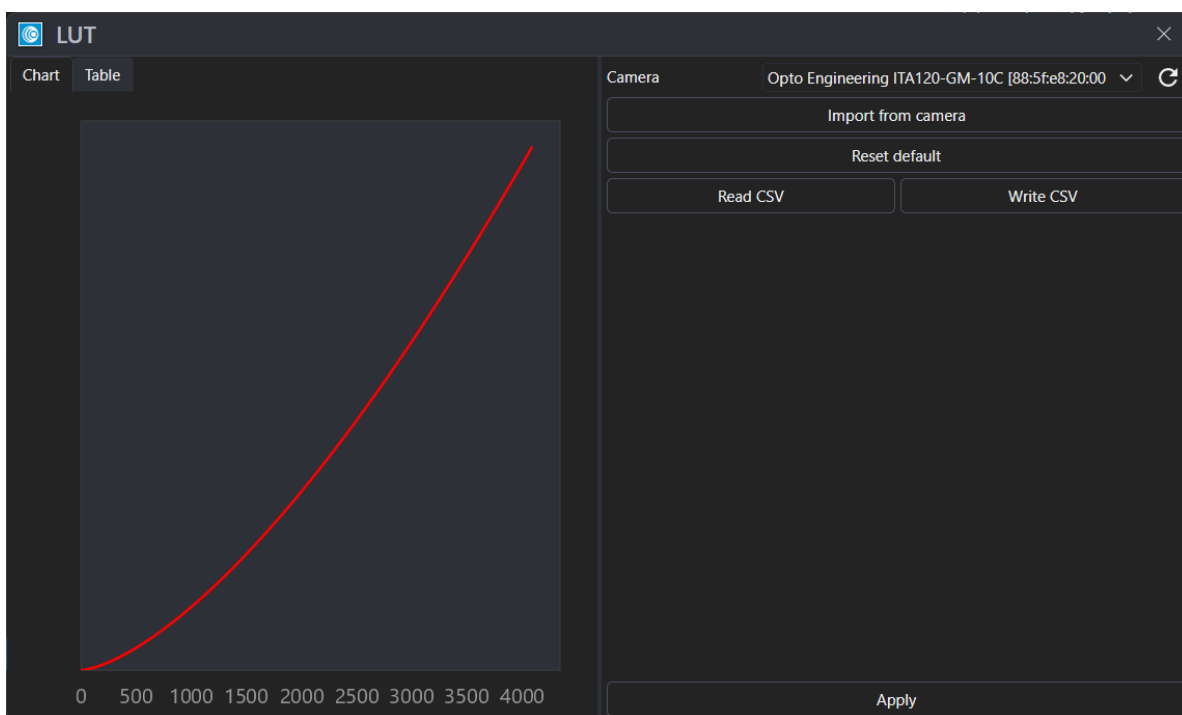


Figure 25: Procedura guidata LUT.

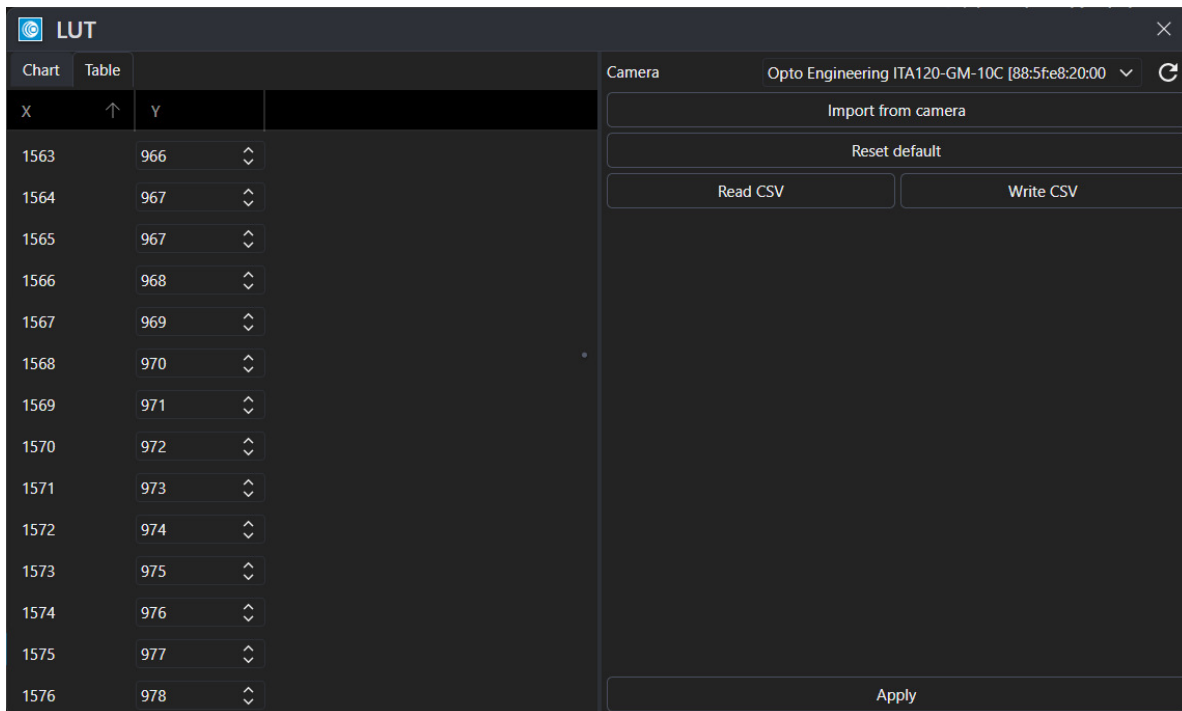


Figure 26: Procedura guidata LUT.

4.7.5 Procedura guidata per la correzione dei pixel difettosi

I pixel difettosi del sensore di immagine vengono mappati durante le procedure di produzione e collaudo delle telecamere Itala, poiché la maggior parte di essi è legata al processo di produzione del silicio del sensore. I loro valori vengono poi corretti in tempo reale nella pipeline di acquisizione della telecamera. Per ulteriori informazioni sulla correzione dei pixel difettosi, consultare la sezione 6.18.

Esistono comunque altri fattori ambientali che possono aumentare la quantità di pixel difettosi durante la vita della fotocamera. Per questo motivo, le fotocamere Itala consentono all'utente di eseguire una correzione personalizzata dei pixel che tiene conto di questi difetti.

Per abilitare la correzione dei pixel difettosi definita dall'utente, il risultato di questa operazione deve essere salvato in uno dei set utente disponibili. Il set utente predefinito, infatti, corregge solo i pixel difettosi rilevati in fabbrica.

Dal menu *Wizard* si accede alla procedura guidata *Defective Pixel Correction* (Fig. 27).

1. Mettere la telecamera in acquisizione libera o assicurarsi che vi sia un flusso continuo di impulsi di attivazione in entrata.
2. Per ottenere risultati ottimali, si consiglia di utilizzare un formato pixel raw con una profondità di bit di 12 bit, ad esempio *Mono12p* o *BayerRG12*.
3. Avviare l'acquisizione dell'immagine.
4. Coprire il sensore della fotocamera.

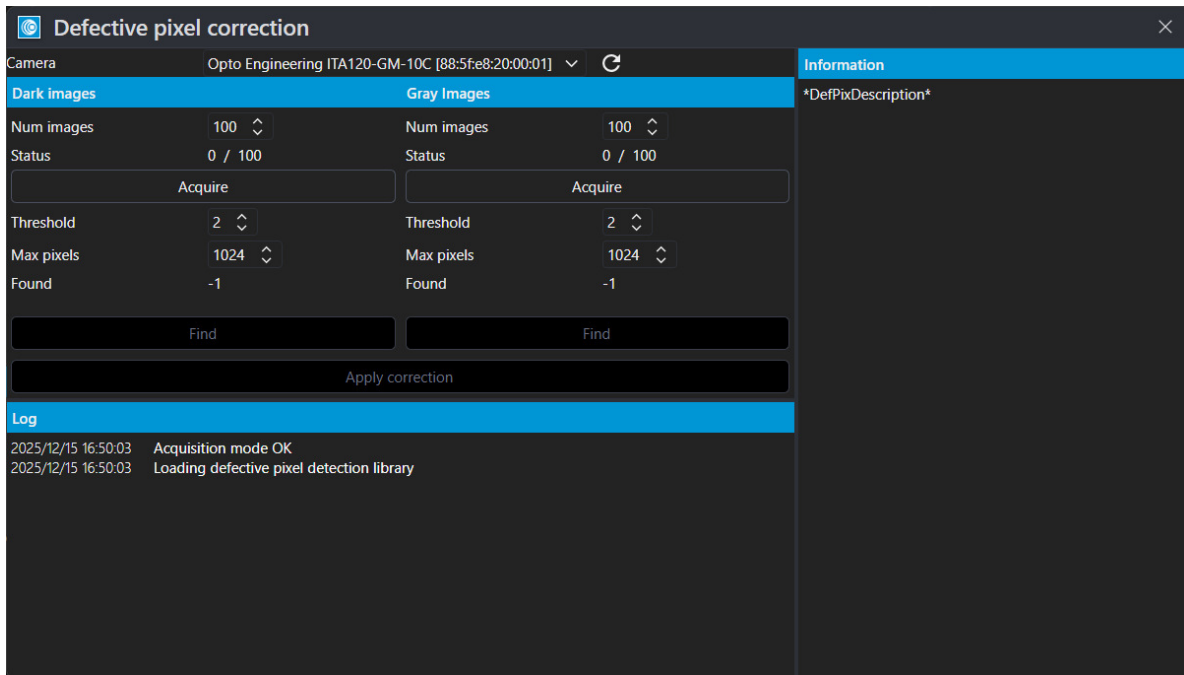


Figure 27: Procedura guidata per la correzione dei pixel difettosi.

5. Fare clic sul pulsante *Acquire* nel pannello *Dark images* per acquisire un primo gruppo di immagini scure.
6. Fare clic sul pulsante *Find* sullo stesso pannello per rilevare i pixel *leaky*.
7. Esporre il sensore a una fonte di luce uniforme (uniformità suggerita: >97%) per ottenere un'immagine con una luminosità media di 50% del livello di saturazione massimo. È possibile regolare il tempo di esposizione per raggiungere il livello desiderato. **Tenere presente che per l'acquisizione delle immagini scure si deve utilizzare lo stesso tempo di esposizione.**
8. Fare clic sul pulsante *Acquire* nel pannello *Gray images* per acquisire un secondo gruppo di immagini grigie.
9. Fare clic sul pulsante *Find* sullo stesso pannello per rilevare i pixel caldi e freddi.
10. Fare clic su *Apply correction* per caricare i dati sulla telecamera.

Per rendere permanente questa modifica, è necessario salvare il set utente corrente. Il caricamento del set utente predefinito ripristinerà la correzione dei pixel difettosa di fabbrica.

4.7.6 Correzione guidata del colore

Dal menu *Wizard* è possibile accedere alla procedura guidata *Color correction* (Fig. 28). Con un correttore di colore di riferimento (Fig. 29) è possibile calibrare la fotocamera in condizioni di luce specifiche e ottenere una resa cromatica ottimale. Per ulteriori informazioni sulla matrice di correzione del colore, consultare la sezione 6.7.1.

Seguire questi passaggi per ottenere una calibrazione corretta:

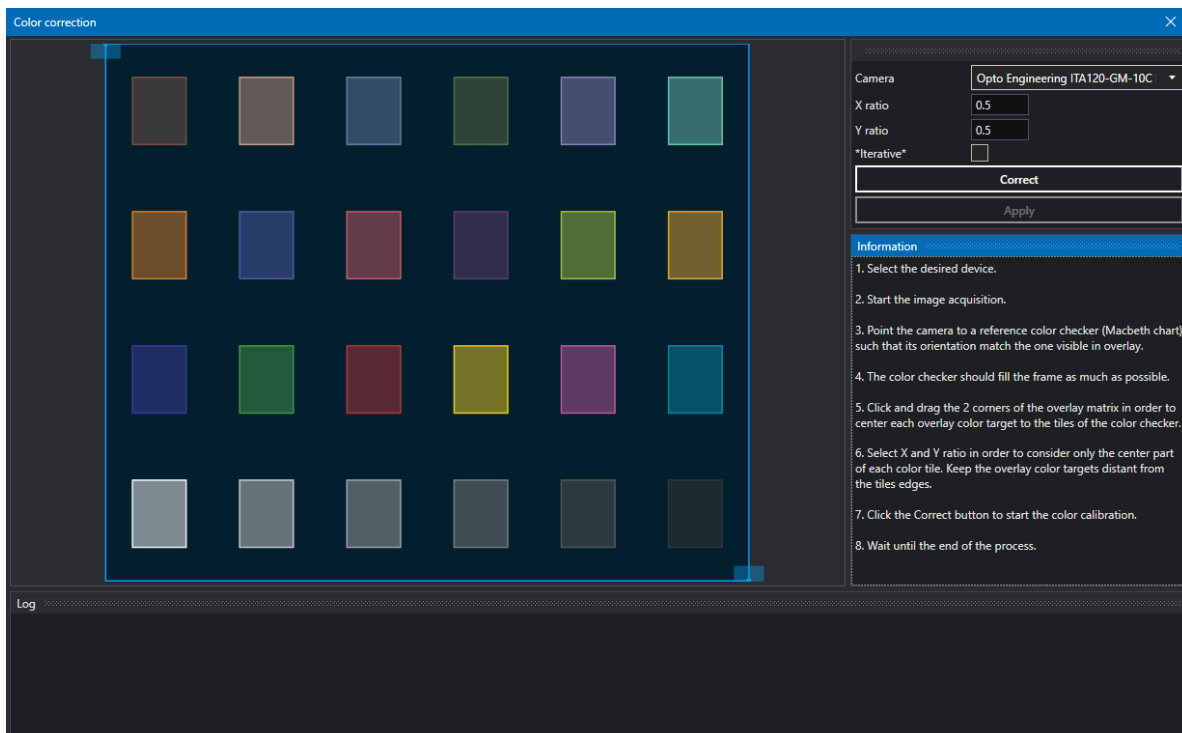


Figure 28: Correzione guidata del colore.

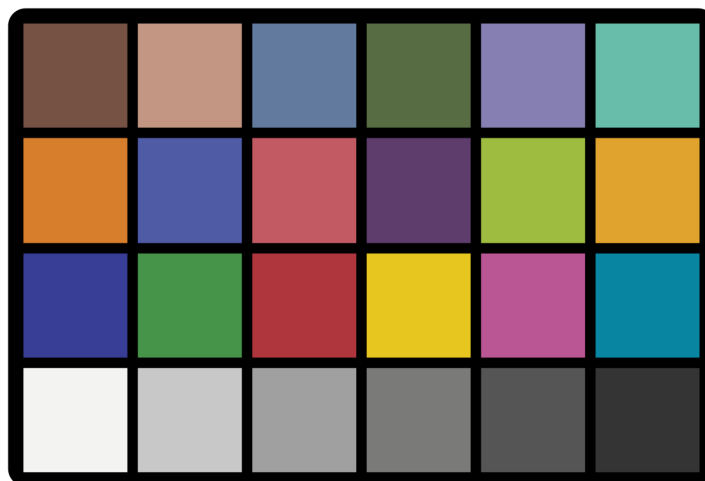


Figure 29: Controllore del colore di riferimento.

1. Selezionare il dispositivo desiderato.
2. Avviare l'acquisizione dell'immagine.
3. Aprire la Correzione guidata colore (*Wizard > Color correction*) (Fig. 30).
4. Puntare la telecamera su un color checker di riferimento (grafico Macbeth) in modo che il

suo orientamento corrisponda a quello visibile in sovrapposizione.

5. La casella del colore deve riempire il più possibile la cornice (Fig. 31).
6. Fare clic e trascinare i due angoli della matrice di sovrapposizione per centrare ciascun target di colore di sovrapposizione sulle tessere del color checker.
7. Selezionare il rapporto X e Y in modo da considerare solo la parte centrale di ciascuna piastrella di colore. Mantenere i target dei colori di sovrapposizione distanti dai bordi delle piastrelle.
8. Fare clic sul pulsante *Correct* per avviare la calibrazione del colore.
9. Attendere la fine del processo.

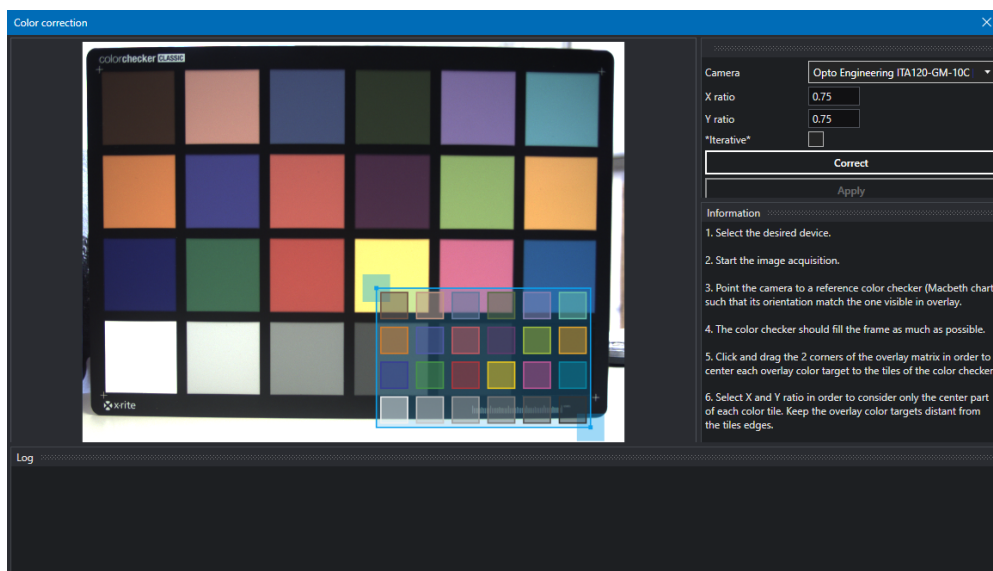


Figure 30: Finestra della correzione guidata del colore.

Per rendere permanente questa modifica, è necessario salvare il set utente corrente. Il caricamento del set utente predefinito ripristinerà la matrice di correzione del colore di fabbrica.

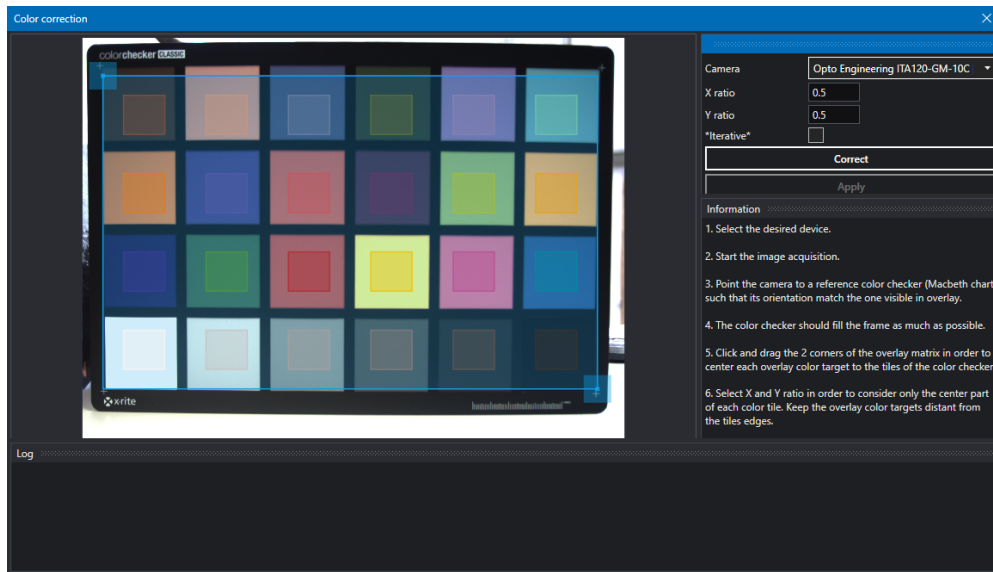


Figure 31: Per ottenere risultati ottimali, assicurarsi di allineare la maschera dei colori del mago alle tessere della tabella dei colori di Macbeth.

5 SPECIFICHE TECNICHE

5.1 Specifiche tecniche

Nella Tabella 5.1 sono riassunte le principali caratteristiche della fotocamera. Ulteriori spiegazioni saranno fornite nei capitoli successivi.

Features	Standard version	Liquid Lens version	Ref. page
CARATTERISTICHE DELL'IMMAGINE			
Risoluzione ADC	10/12bit ¹	10/12bit ¹	-
Dimensione del buffer dell'immagine	384MB	384MB	-
Specchio immagine (X/Y)	✓	✓	p.77
Modalità ROI	✓	✓	p.74
Decimazione/binning	✓	✓	p.75
Formato pixel	Mono8, Mono10Packed, Mono10p, Mono12Packed, Mono12p, RGB8, YUV422, YUV411, BayerRG8, BayerRG10p, BayerRG10Packed, BayerRG12p, BayerRG12Packed, Polarized ²	Mono8, Mono10Packed, Mono10p, Mono12Packed, Mono12p, RGB8, YUV422, YUV411, BayerRG8, BayerRG10p, BayerRG10Packed, BayerRG12p, BayerRG12Packed, Polarized ²	-
Correzione LUT/Gamma	✓	✓	p.110
Test pattern	✓	✓	p.96
Guadagno	✓	✓	p.108
Livello nero	✓	✓	p.112
Autoesposizione	✓	✓	p.115
Autogain	✓	✓	p.115
Correzione dei pixel difettosi	✓	✓	p.162
Debayering	✓ ³	✓ ³	p.93
Bilanciamento del bianco	✓ ³	✓ ³	p.108
Matrice di correzione del colore	✓ ³	✓ ³	p.119
Chunk data	✓	✓	p.150
CARATTERISTICHE DELLA FOTOCAMERA			

Indicatore LED di stato	✓	✓	p.66
Compatibilità con il sistema operativo	Windows 10, 11 (64 bit)	Windows 10, 11 (64 bit)	p.22
PoE (alimentazione tramite Ethernet)	✓	✓	-
Gigabit ethernet	✓	✓	-
Opzione di reinvio dei pacchetti	✓	✓	-
IP statico/DHCP	✓	✓	-
IEEE 1588 (PTP)	✓	✓	-
Ingressi optoisolati	2	2	p.65
Uscite optoisolate	4	1	p.65
Sensore di temperatura	Image sensor, FPGA	Image sensor, FPGA	-
Set di utenti	Factory + 2 user sets	Factory + 2 user sets	-
Aggiornamento FW remoto	✓	✓	p.37
Acquisizione a raffica	✓	✓	-
Trigger hardware	✓	✓	-
Trigger software	✓	✓	-
Timer	2	2	p.132
Contatori	4	4	p.132
Controllo dell'encoder	1 ⁴	1 ⁴	p.133
Blocchi logici	4	4	p.136
Funzioni logiche	OR, AND, LUT	OR, AND, LUT	p.137
Comunicazione seriale	RS232/485		p.153
Controllore della lente liquida		✓	p.156
CERTIFICAZIONI E CONFORMITÀ			
Conformità a GigEVision	✓	✓	-
Conformità a GenICam	✓	✓	-
Certificato CE	✓	✓	p.9
Shock e Vibrations	✓	✓	p.10
RoHS	✓	✓	p.11
REACH	✓	✓	p.11
WEEE	✓	✓	p.11
AMBIENTE			
Temperatura di stoccaggio	-10°C - 60°C	-10°C - 60°C	p.13
Umidità di stoccaggio	RH < 80%	RH < 80%	p.13
Temperatura di esercizio ⁵	-25°C - 65°C	-25°C - 65°C	p.13
Temperatura ambiente di funzionamento ⁶	-25°C - 50°C	-25°C - 50°C	p.13
Umidità di esercizio	RH < 80%	RH < 80%	p.13

¹ Dati specifici del sensore.

² Con il formato pixel BayerRG, tra i formati pixel disponibili sono inclusi anche BayerGR, BayerGB, BayerBG. Il formato pixel polarizzato comprende le varianti Mono e Colore, 8, 10p, 10Packed, 12p e 12Packed.

³ Non disponibile per i sensori monocromatici.

⁴ Fare riferimento al paragrafo 6.10 per le interfacce encoder compatibili.

⁵ Temperatura della cassa, misurata sulla parte anteriore del corpo macchina.

⁶ Temperatura ambiente massima senza obiettivo e senza dissipazione del calore. È possibile ottenere una temperatura di funzionamento più elevata con un'adeguata dissipazione del calore (ad esempio, montando la telecamera attraverso una piastra metallica).

5.2 Specifiche elettriche

Le specifiche elettriche delle telecamere Itala sono riassunte nella Tabella 7.

Le spiegazioni sui circuiti di I/O sono riportate nella sezione 5.7.

Parameter	MIN	TYP	MAX	UNIT
GENERALE				
Tensione di alimentazione	12	-	24	[V]
Consumo di energia ¹	-	-	5	[W]
INGRESSO OPTOISOLATO				
Tensione d'ingresso	0	-	30	[V]
Soglia di tensione d'ingresso ALTA	2.2	-	-	[V]
Soglia di tensione d'ingresso BASSA	-	-	1.9	[V]
USCITA OPTOISOLATA				
Tensione di uscita	0	-	+Vcc ²	[V]
Corrente di uscita	-	-	50 ³	[mA]

¹ Potenza massima da utilizzare per l'alimentazione del prodotto PS2 secondo 62368-1 e LPS secondo Annex Q.1 inferiore a 100W.

² Alimentazione esterna collegata al pin + dell'uscita digitale. Potenza massima da utilizzare per alimentare il prodotto PS2 secondo 62368-1 e LPS secondo l'allegato Q.1 inferiore a 100W.

³ La corrente di uscita deve essere limitata dal carico esterno o da una resistenza esterna appropriata.

Table 7: Specifiche elettriche

5.2.1 Specifiche dell'ingresso elettrico

La Figura 32 mostra come il circuito interno campiona i segnali di ingresso su Line0/Line1. Le tensioni di ingresso comprese nell'intervallo 0-1,9 V sono interpretate come un valore logico BASSO, mentre le tensioni tra 2,2-30 V sono interpretate come un valore logico ALTO. Le tensioni superiori a 30 V non devono essere applicate.

La figura 33 evidenzia il ritardo di ingresso minimo/massimo per la logica rising-edge e falling-edge. *Digital input* rappresenta il segnale fornito all'ingresso optoisolato della telecamera Itala.

Processed signal rappresenta il segnale dopo l'elaborazione eseguita dal circuito di ingresso e dopo essere stato campionato dalla logica interna.

Il segnale elaborato è caratterizzato da un ritardo medio e da un jitter dovuto alle fluttuazioni del ritardo di propagazione optoisolato e al campionamento effettuato dalla logica interna (poiché l'ingresso digitale è asincrono rispetto al clock interno). Questo jitter è rappresentato nella figura 33 con un'area grigia. I tempi di ritardo minimo e massimo rappresentano i binari di quest'area.

I ritardi minimi/massimi in ingresso (quando la telecamera Itala è attivata da un dispositivo esterno) sono indicati nella tabella 8: la colonna *Input voltage* definisce il livello di tensione del segnale di attivazione in ingresso.

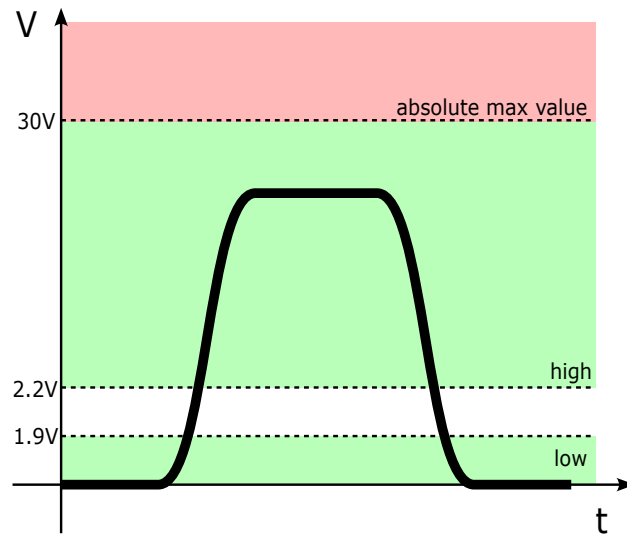


Figure 32: I trigger di ingresso tra 0V-1,9V e 2,2V-30V vengono campionati rispettivamente come LOW e HIGH. La soglia massima della tensione di ingresso non deve essere superata.

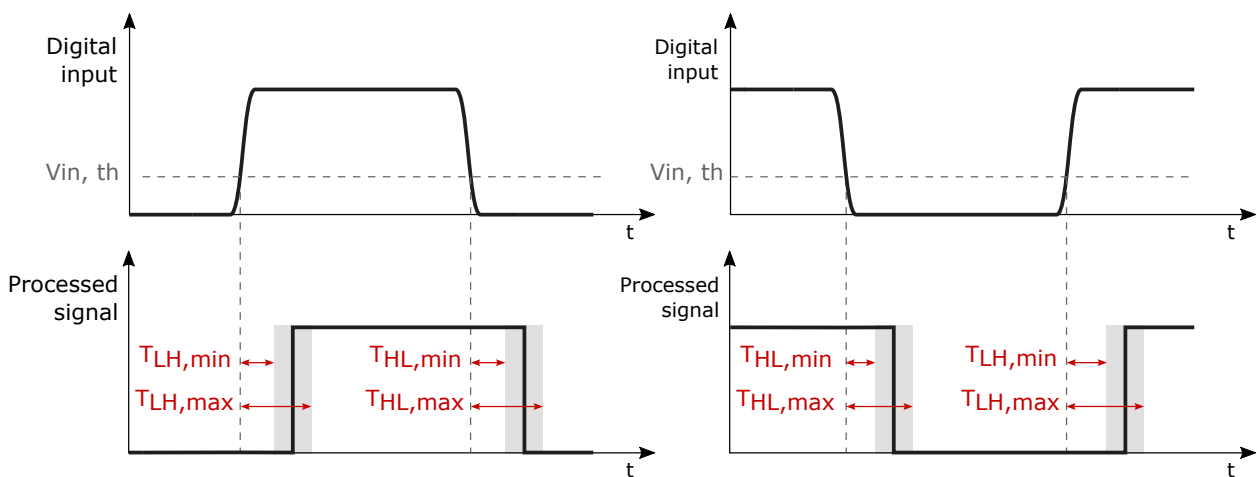


Figure 33: A sinistra: segnale di trigger in ingresso e segnale elaborato (dalla circuiteria di ingresso) in logica rising-edge. A destra: segnale di trigger in ingresso e segnale elaborato (dalla circuiteria di ingresso) in logica falling-edge.

Le colonne *MIN rise delay* e *MAX rise delay* mostrano il ritardo di propagazione del segnale dal pin di ingresso del connettore I/O al pin di attivazione del sensore di immagine. In caso di segnale di ingresso attivo basso, occorre considerare le colonne *MIN fall delay* e *MAX fall delay*.

Infine, la colonna *MIN Input pulse* definisce il tempo minimo del segnale di ingresso affinché sia considerato un segnale di attivazione valido (cioè il segnale la cui durata è inferiore a *MIN* L'impulso di ingresso non potrebbe essere campionato correttamente dalla circuiteria di ingresso).

NOTA: La differenza tra il ritardo minimo e quello massimo è il jitter dovuto al campionamento del segnale di trigger in ingresso.

NOTA: Nelle telecamere Itala è integrato un optoisolatore ad alte prestazioni per gestire i segnali di trigger in ingresso con un ritardo minimo. Questo optoisolatore è anche simmetrico (cioè i ritardi di salita MIN/MAX sono uguali ai ritardi di discesa MIN/MAX), quindi le prestazioni di attivazione del fronte di salita sono uguali a quelle del fronte di discesa.

Input voltage [V]	MIN rise delay ($t_{LH,min}$) [us]	MAX rise delay ($t_{LH,max}$) [us]	MAX fall delay ($t_{HL,max}$) [us]	MIN fall delay ($t_{HL,min}$) [us]	MIN Input Pulse ($t_{pulse,min}$) [us]
3.3	1.5	2.5	1.5	2.5	2
5	1.5	2.5	1.5	2.5	2
12	1.5	2.5	1.5	2.5	2
24	1.5	2.5	1.5	2.5	2

Table 8: Ritardi minimi e massimi in ingresso quando le telecamere Itala sono attivate da un dispositivo esterno

5.2.2 Specifiche di uscita elettrica

La tabella 9 mostra le specifiche elettriche delle uscite optoisolate Itala.

Le colonne *Supply Voltage* e *Load Res* definiscono rispettivamente la tensione di alimentazione collegata al pin *OPTO REF V+* e la resistenza di carico collegata al pin di uscita optoisolato.

La colonna *Meas Output Current* mostra la corrente misurata che attraversa l'optoisolatore, mentre *Meas Output Voltage* mostra la tensione misurata sul pin di uscita dell'optoisolatore, considerando le condizioni di lavoro della tensione di alimentazione e della resistenza di carico. La colonna *MAX Output delay* definisce il ritardo massimo di propagazione dall'ingresso all'uscita dell'optoisolatore.

La figura 34 evidenzia il ritardo massimo di uscita per la logica rising-edge e falling-edge.

Internal strobe signal rappresenta il segnale interno che l'utente desidera inviare a uno dei pin di uscita optoisolati (ad esempio, il segnale di esposizione).

Digital output rappresenta il segnale dopo l'elaborazione eseguita dal circuito optoisolato di uscita. L'uscita digitale è caratterizzata da un ritardo di uscita dovuto al tempo di risposta dell'optoisolatore: questo ritardo, rappresentato da un'area grigia nella Figura 34, può fluttuare nel tempo a causa del cambiamento delle condizioni di funzionamento: oscillazioni della tensione di alimentazione, variazioni di temperatura, variazioni della resistenza del carico di uscita. La tabella 9 specifica il ritardo massimo in uscita, per far fronte allo scenario peggiore.

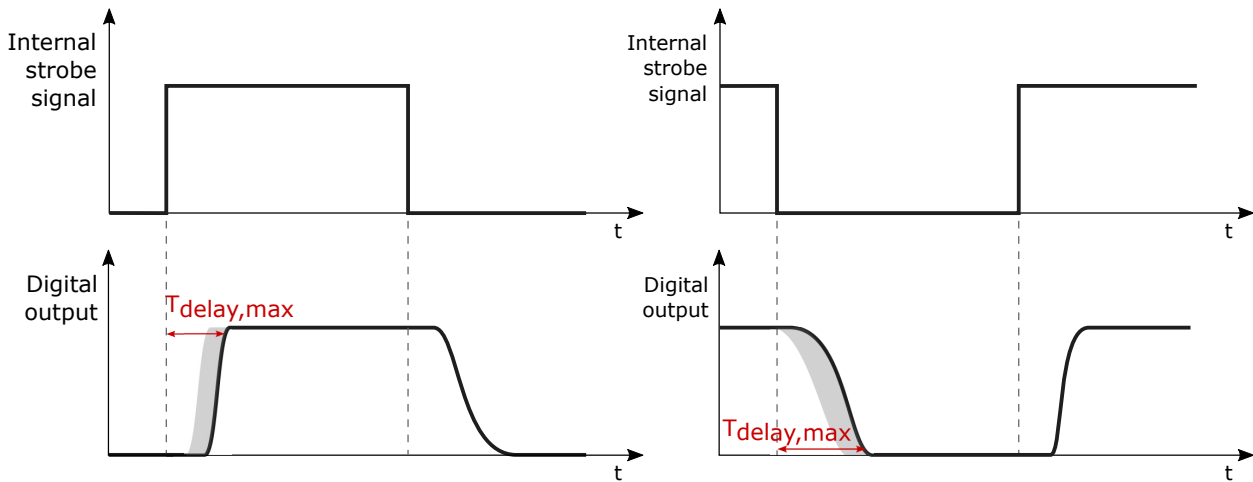


Figure 34: A sinistra: segnale stroboscopico interno e uscita digitale in logica rising-edge. A destra: segnale stroboscopico interno e uscita digitale in logica falling-edge.

NOTA: Gli optoisolatori di uscita non hanno un comportamento simmetrico, cioè la logica rising-edge e la logica falling-edge differiscono in termini di corrente e ritardo di uscita.

Supply Voltage [V]	Load Res [ohm]	MAX Output delay [μ s]	Meas Output Voltage [V]	Meas Output Current [mA]
LOGICA RISING-EDGE				
3.3	150	3.5	2.1	14.0
	330	3.5	3.0	8.8
	560	3.4	3.2	5.6
	1000	3.3	3.2	3.2
5	330	3.5	4	12.1
	560	3.5	4.5	8.0
	1000	3.5	4.7	4.7
	2200	3.4	4.8	2.2
12	330	3.8	8.5	25.6
	560	3.8	10.2	18.2
	1000	3.7	11.4	11.3
	2200	3.6	12.0	5.4
24	560	4.0	16.5	29.5
	1000	4.0	21.0	21.0
	2200	3.9	23.2	10.6

	4700	3.8	23.7	5.1
LOGICA DEL LIMITE DI CADUTA				
3.3	150	6.6	2.1	14.2
	330	17.3	3.0	9.1
	560	27.3	3.1	5.6
	1000	34.8	3.2	3.2
5	330	9.6	4.0	12.2
	560	20.6	4.6	8.2
	1000	30.7	4.7	4.7
	2200	42.2	4.8	2.2
12	330	1.8	8.4	25.6
	560	4.7	10.2	18.2
	1000	12.0	11.4	11.4
	2200	31.3	12.0	5.4
24	560	1.5	17.0	30.3
	1000	4.0	21.2	21.2
	2200	15.8	23.3	10.6
	4700	36.9	23.8	5.1

Table 9: Ritardi massimi in uscita e misure elettriche per i segnali di uscita delle telecamere Itala

5.3 Risposta ottica del sensore

In genere tutti i sensori Sony IMX di prima generazione presentano la stessa risposta ottica. La trasmittanza relativa dei sensori monocromatici e a colori è mostrata nelle figure 35 e 36. Fare riferimento alla sezione 1.5 per recuperare le informazioni sulla famiglia di sensori di immagine.

In genere tutti i sensori Sony IMX di seconda generazione presentano la stessa risposta ottica. La trasmittanza relativa per i sensori monocromatici e a colori è mostrata in Fig.37 e Fig.38. Fare riferimento alla sezione 1.5 per recuperare le informazioni sulla famiglia di sensori di immagine.

In genere tutti i sensori Sony IMX di quarta generazione presentano, in media, la stessa risposta ottica. La trasmittanza relativa per i sensori monocromatici e a colori è mostrata in Fig.39 e Fig.40. Fare riferimento alla sezione 1.5 per recuperare le informazioni sulla famiglia di sensori di immagine.

La trasmittanza relativa per Sony IMX990 SenSWIR™ sensor is shown in Fig.41. Fare riferimento alla sezione 1.5 per recuperare le informazioni sulla famiglia di sensori di immagine.

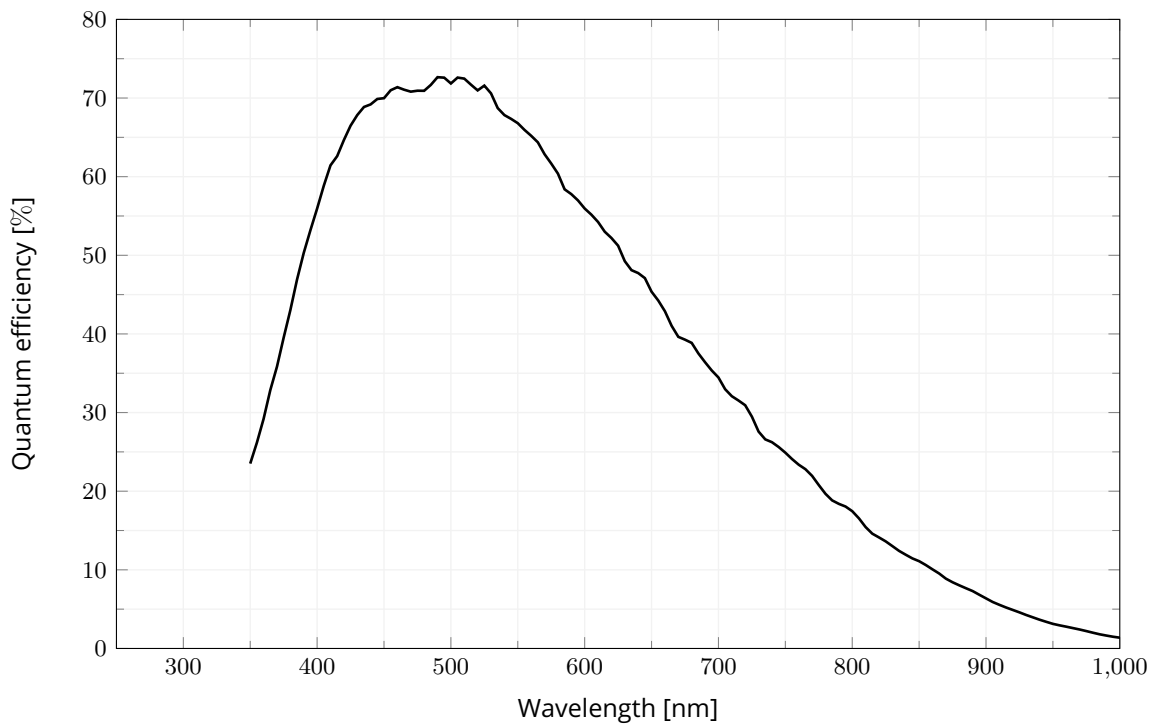


Figure 35: Sensori monocromatici Sony IMX di prima generazione.

ine.

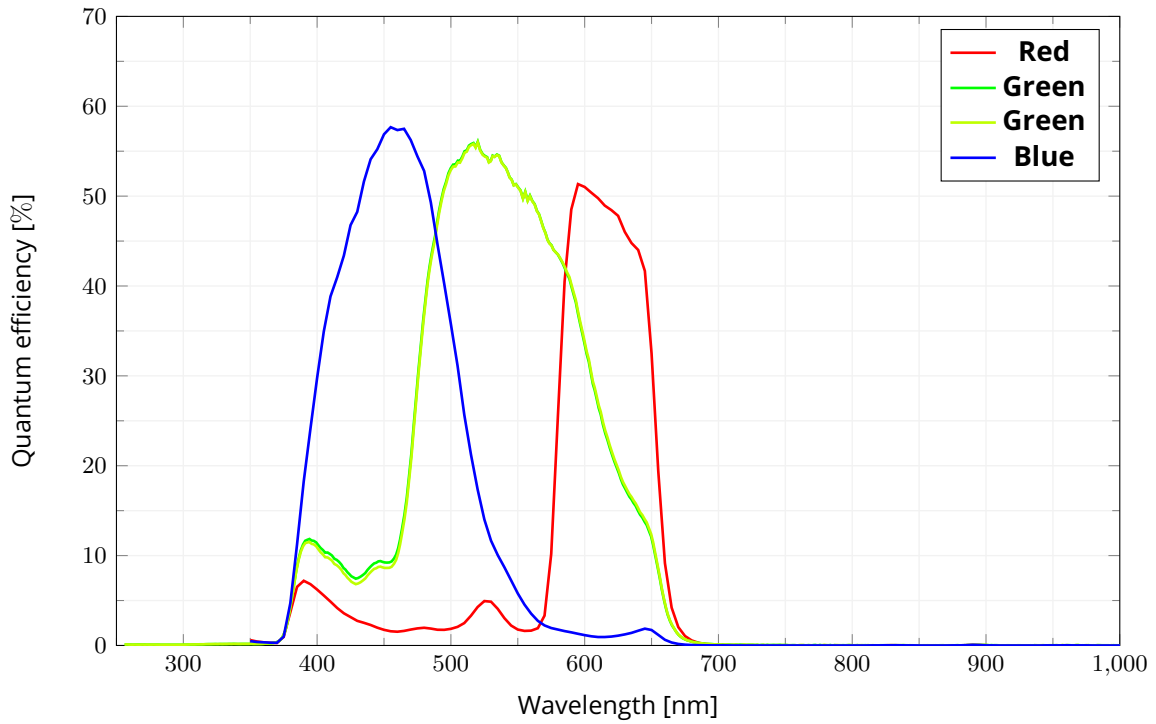


Figure 36: Sensori a colori Sony IMX di 1a generazione.

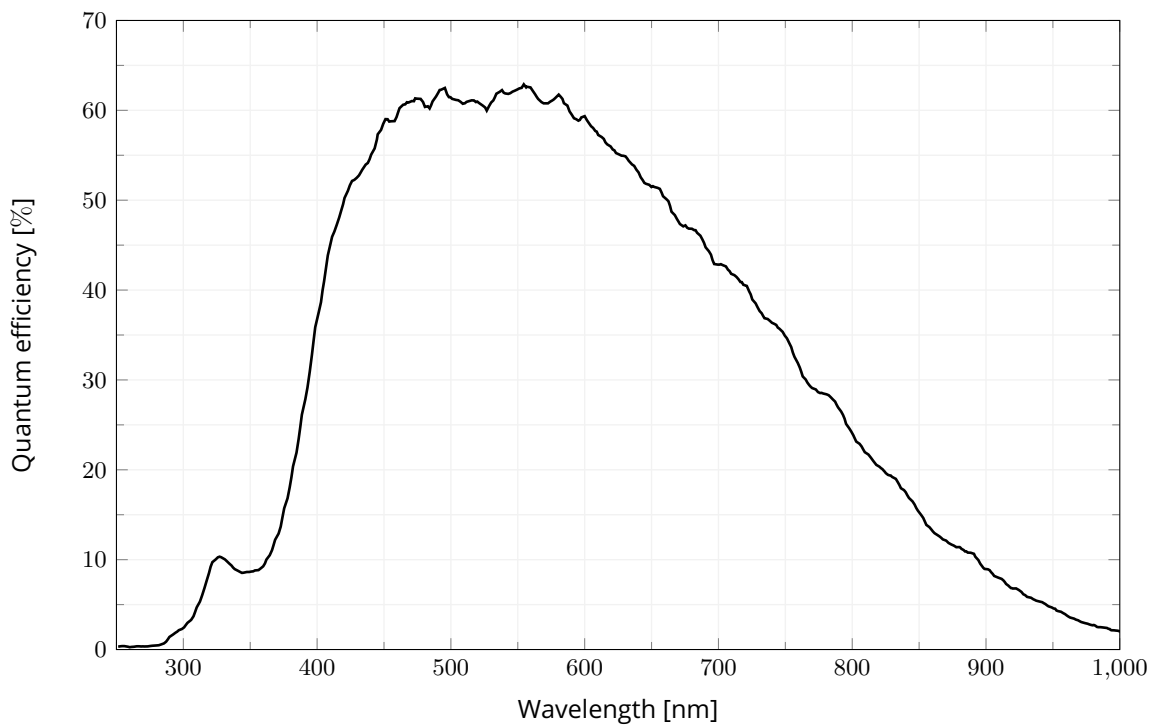


Figure 37: Sensori monocromatici Sony IMX di seconda generazione.

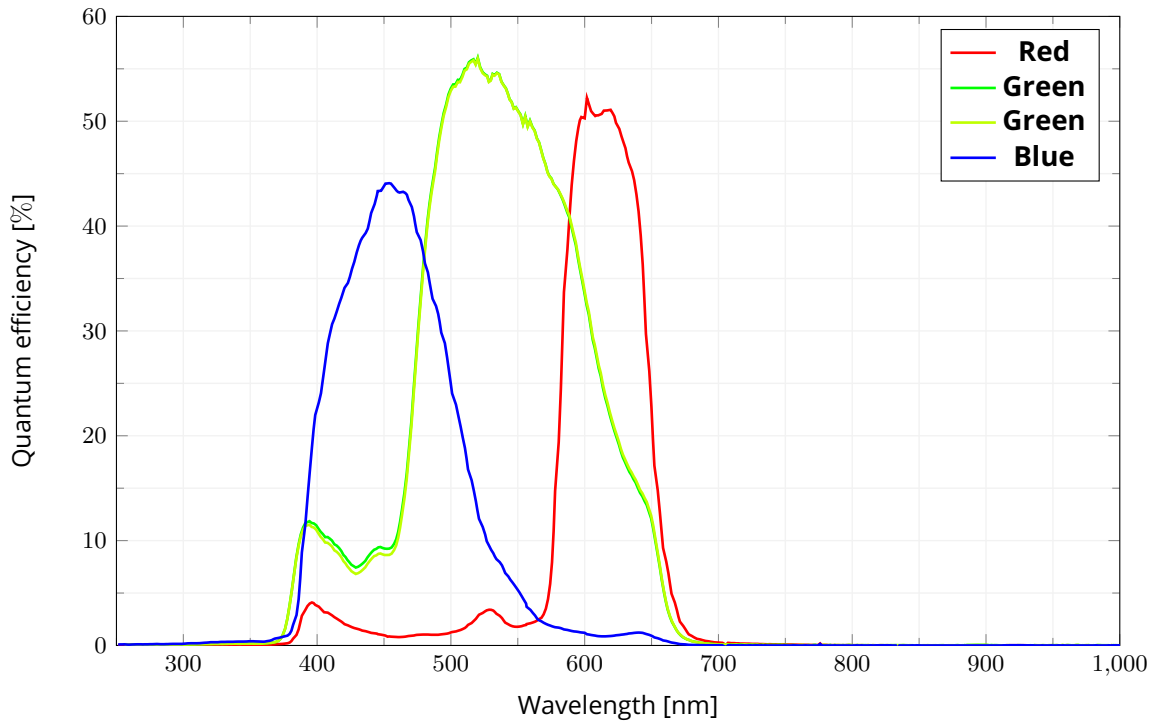


Figure 38: Sensori a colori Sony IMX di seconda generazione.

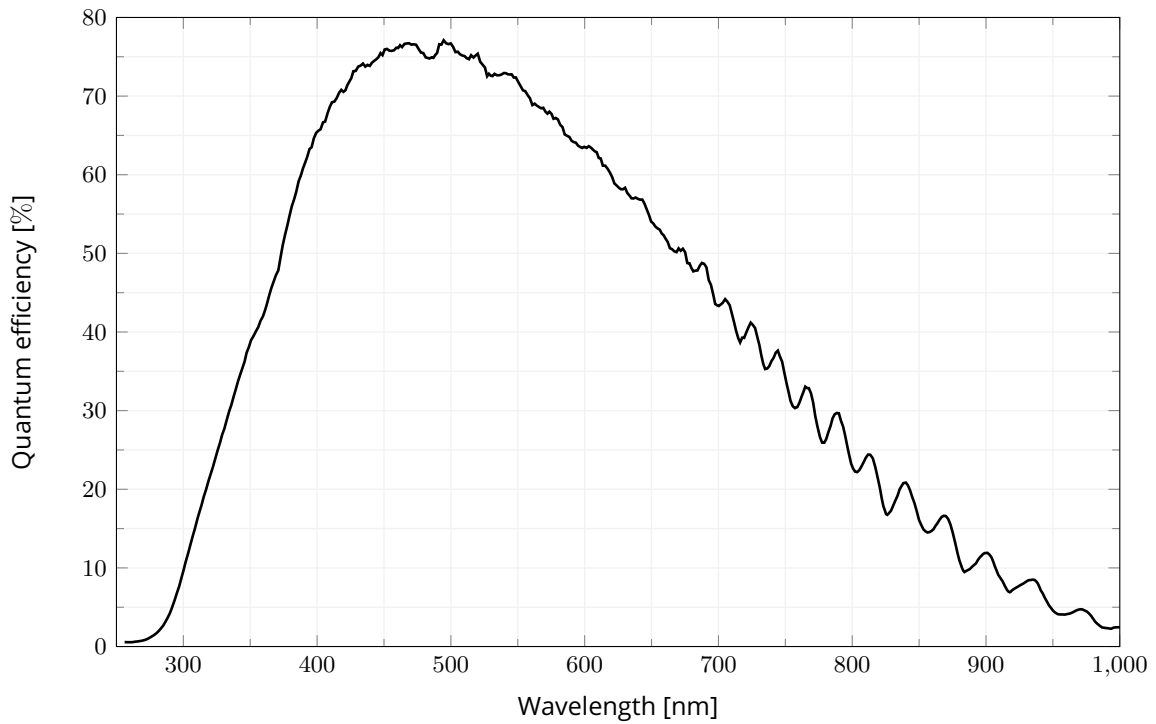


Figure 39: Sensori monocromatici Sony IMX di quarta generazione.

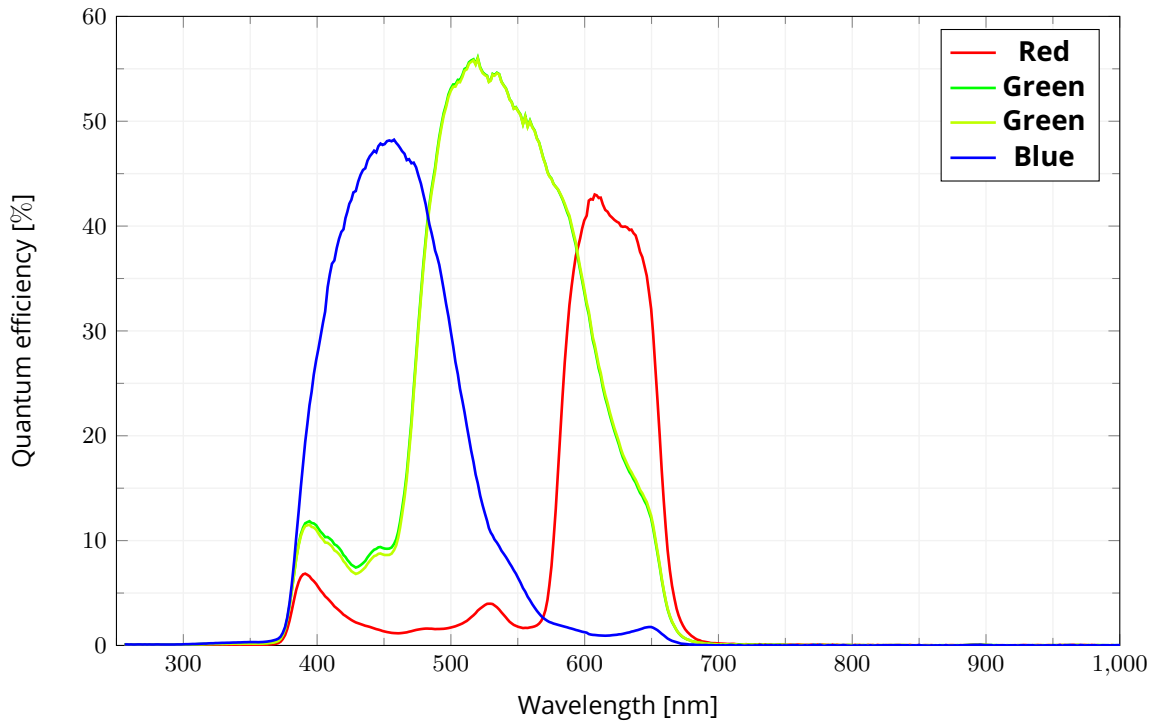


Figure 40: Sensori a colori Sony IMX di quarta generazione.

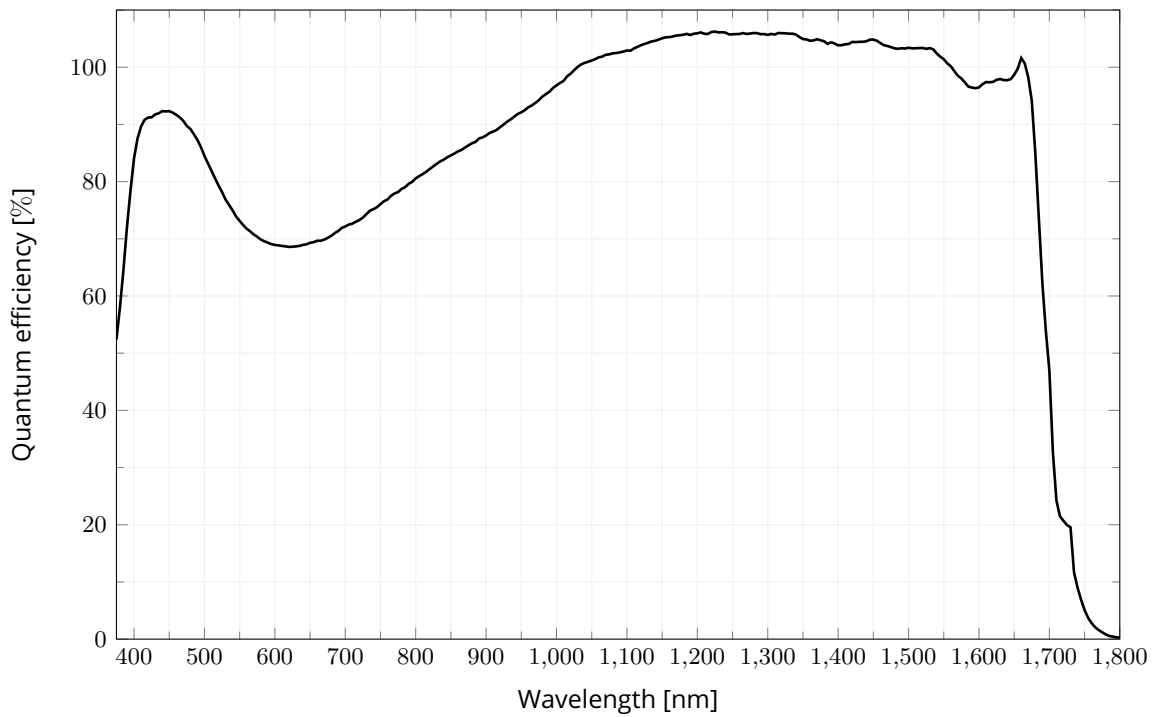
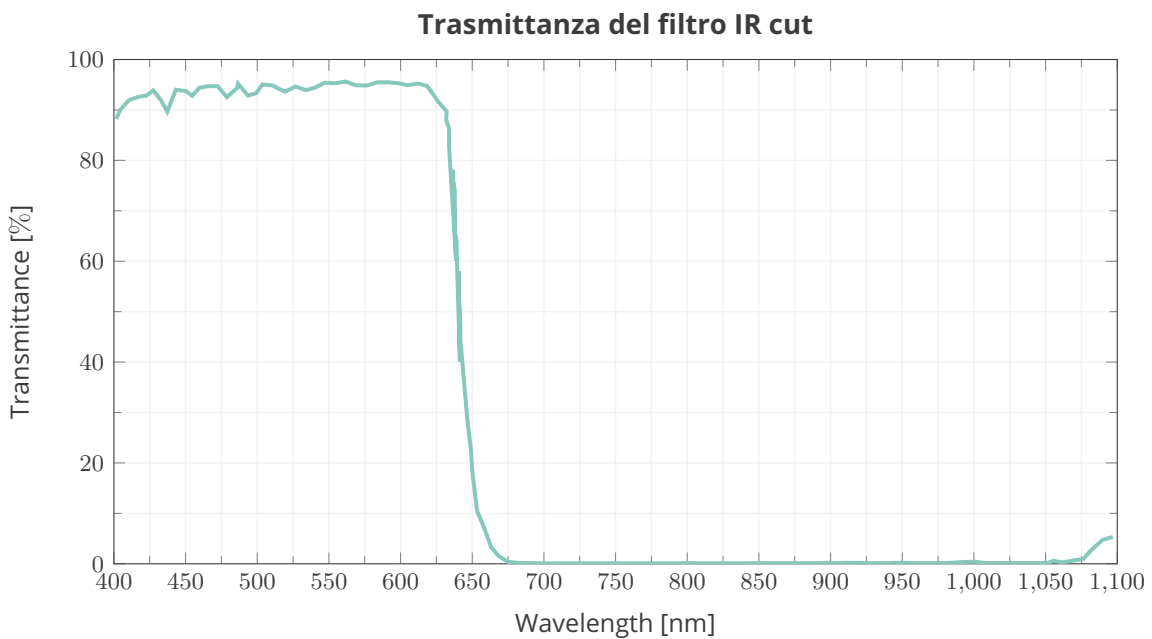
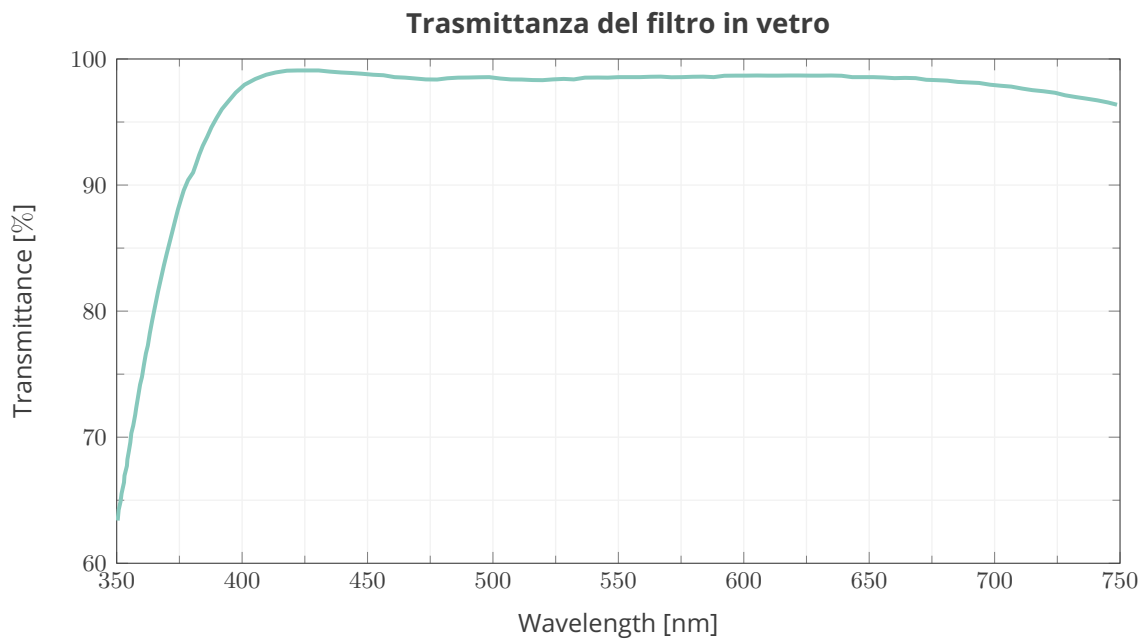


Figure 41: Sony IMX990 SenSWIR™ monochrome sensor.

5.4 Filtri ottici

Le figure seguenti mostrano le caratteristiche di trasmittanza dei filtri ottici disponibili per la serie di telecamere Itala.



5.5 Specifiche meccaniche

5.5.1 Disegni dimensionali

ITALA G - G.EL

I disegni **TYPE 1** (Figura 42) si riferiscono a tutte le telecamere con sensori fino a 1,2" di formato immagine. Queste sono dotate di un attacco standard **C mount** (diametro 1 pollice, 32 filettature per pollice), con una distanza dalla flangia di **17.526 mm**.

I disegni **TYPE 2** (Figura 43) si riferiscono a tutte le fotocamere con sensori da 4/3" a formato immagine APS-C. Queste sono dotate di un attacco filettato **M42x1**, con una distanza della flangia di **12 mm**.

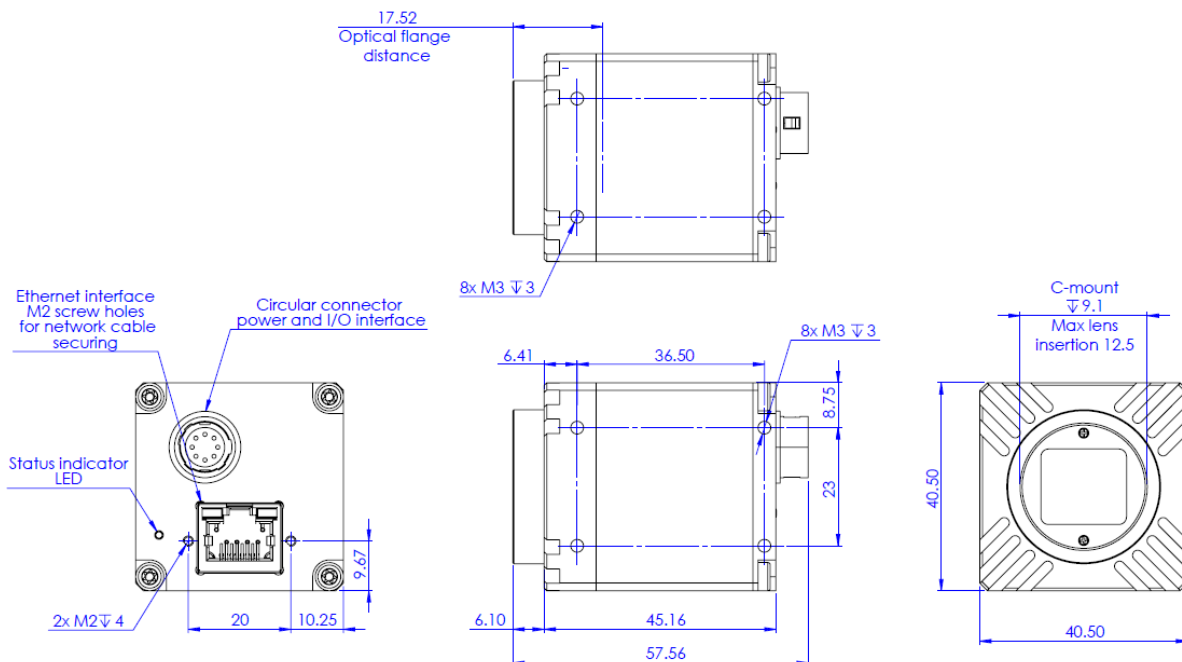


Figure 42: TYPE 1 dimensional drawings.

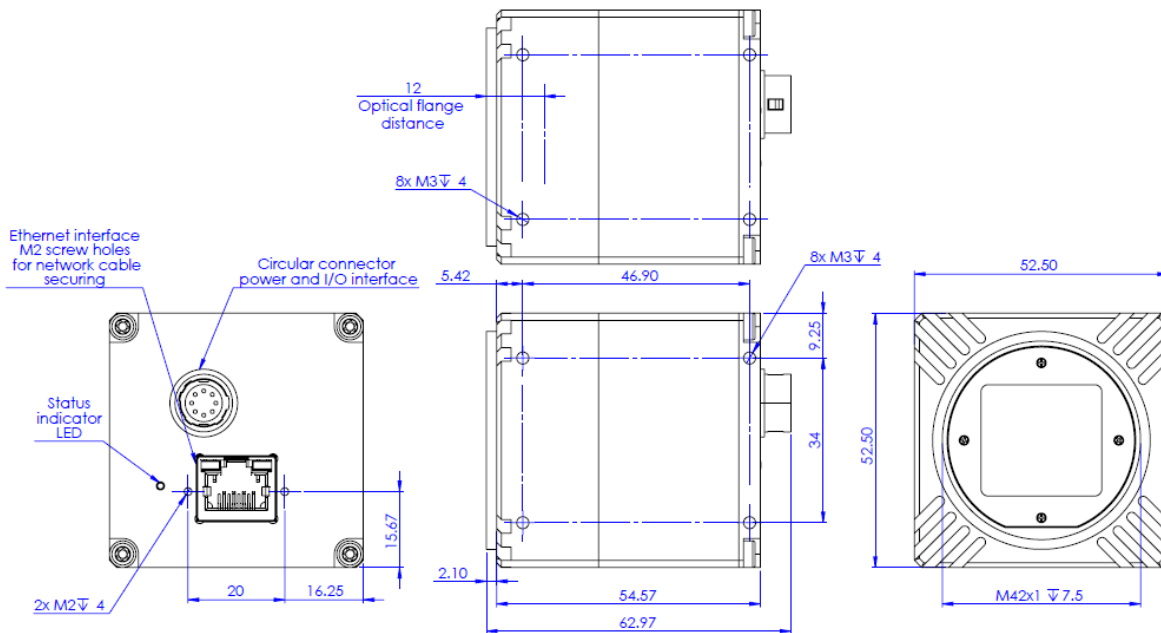


Figure 43: TYPE 2 dimensional drawings.

ITALA G.IP

I disegni della Figura 44 si riferiscono a tutte le telecamere IP67. Queste sono dotate di uno standard **C mount** (diametro di 1 pollice, 32 filettature per pollice), con una distanza dalla flangia di **17.526 mm**.

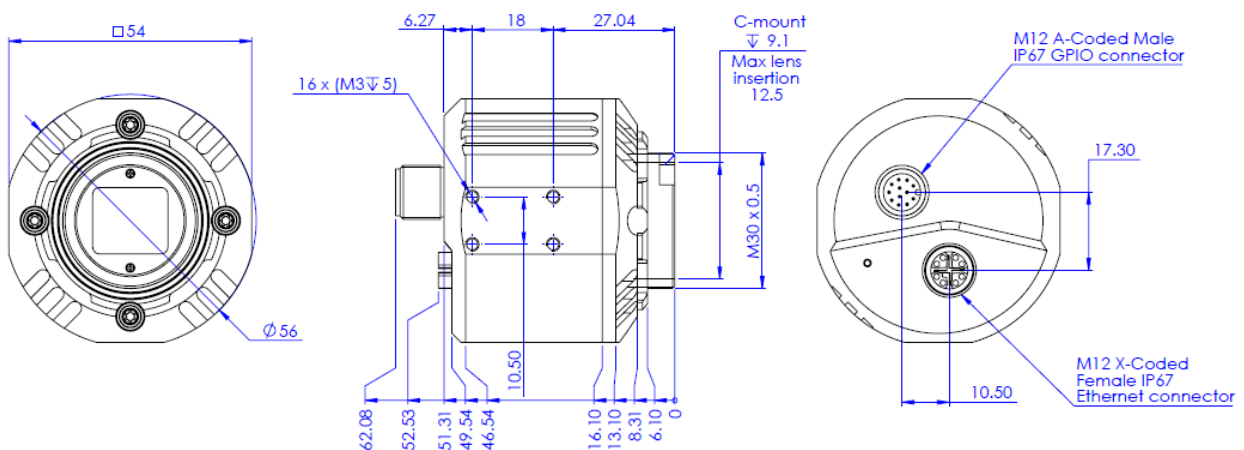
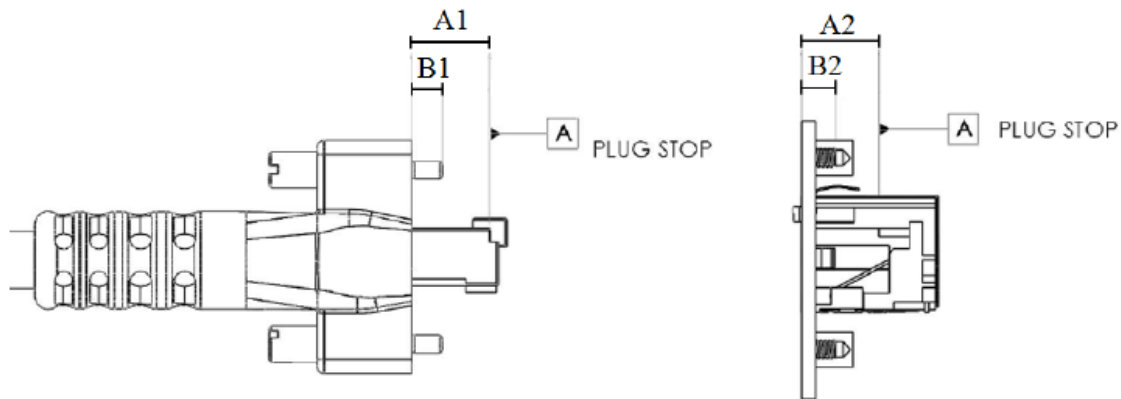


Figure 44: ITALA G.IP dimensional drawings.

5.5.2 Requisiti meccanici di GigE Vision

Le telecamere Itala sono progettate in piena conformità alle specifiche meccaniche di GigE Vision. La configurazione implementata corrisponde allo standard **TYPE090** come definito nel documento *GigE Vision Mechanical Supplement* (Figura 45).



Dimension – Free connector	TYPE090	TYPE110
From overmold to plug stop (A1)	9.0 mm (-0.47, +0.00)	11.0 mm (-0.47, +0.00)
From overmold to tip of thumbscrews (B1)	4.25 mm (-1.00, +0.25)	4.25 mm (-1.00, +0.25)
Dimension – Fixed Connector	TYPE090	TYPE110
From contact point to plug stop (A2)	9.0 mm (-0.00, +1.00)	11.0 mm (-0.00, +1.00)
From contact point to bottom of thumbscrew thread (B2)	4.5 mm (-0.00, +1)	4.5 mm (-0.00, +1.00)

Figure 45: Specifiche del connettore GigE Vision

5.5.3 Dati di centratura del sensore

Tutte le telecamere vengono testate dopo l'assemblaggio per verificare che il sensore sia correttamente centrato. Le misure vengono effettuate in tutti e sei i gradi di libertà rispetto all'innesto dell'obiettivo per garantire prestazioni di imaging ottimali. Nella Tabella 10 e 11 sono riportati i valori di produzione tipici per il centraggio del sensore rispetto alla Figura 46.

Asse	Nominale	3 σ
Roll	0°	0.4°
Yaw	0°	0.3°
Pitch	0°	0.5°
Horizontal shift (x)	0 mm	0.2 mm
Vertical shift (y)	0 mm	0.2 mm
FD (z)	17.53 mm	0.11 mm

Table 10: Centratura del sensore per fotocamere con attacco C

Asse	Nominale	3 σ
Roll	0°	0.6°
Yaw	0°	0.3°
Pitch	0°	0.5°
Horizontal shift (x)	0 mm	0.2 mm
Vertical shift (y)	0 mm	0.2 mm
FD (z)	12 mm	0.2 mm

Table 11: Centatura del sensore per fotocamere con attacco J

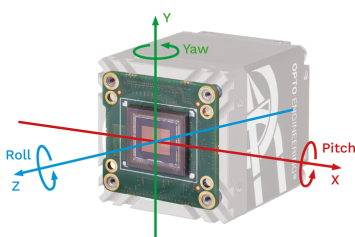


Figure 46: Gradi di libertà del sensore.

5.6 Connettori e piedinatura

ITALA G - G.EL

La telecamera dispone di due connettori:

- Connettore RJ45 standard con chiusura a vite**
 Connessione per lo streaming delle immagini e (opzionalmente) per l'alimentazione della telecamera tramite PoE.
- Connettore circolare a 12 pin (P/N: HR10G-10R-12PB(71))**
 Questo connettore è dotato di pin multiuso: alimentazione, trigger, sincronismo, comunicazione seriale, driver per lenti liquide. La piedinatura non è fissa e dipende dal modello di telecamera (standard o con controller per lenti liquide). Fare riferimento alla Tabella 12 per vedere la piedinatura di entrambi i modelli di telecamera.

NOTA: Se si utilizza un cavo CBGPIO001, consultare il sito web Opto Engineering® per ottenere l'associazione "colore/funzione".

PIN	Standard	Lente liquida
1	GND	GND
2	+VIN	+VIN
3	Opto OUT 3	Lens -
4	Opto IN 0	Opto IN 0
5	Opto OUT 2	Lens +
6	Opto OUT 0	Opto OUT 0
7	Opto REF GND	Opto REF GND
8	RS232 RX	Lens SCL
9	RS232 TX	Lens SDA
10	Opto REF V+	Opto REF V+
11	Opto IN 1	Opto IN 1
12	Opto OUT 1	Lens +3.3V

Table 12: Piedinatura Itala per la versione standard e per quella con lenti liquide.

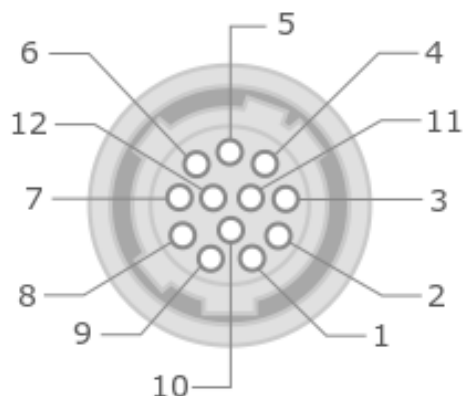


Figure 47: Piedinatura del connettore circolare a 12 pin (vista frontale della telecamera)

ITALA G.IP

La telecamera dispone di due connettori:

- Connettore Ethernet M12 X-Coded femmina IP67 (P/N: 394811-E)**
 Connessione per lo streaming delle immagini e (opzionalmente) per l'alimentazione della telecamera tramite PoE.
- Connettore GPIO maschio M12 codificato A IP67 (P/N: 494518-E)**
 Questo connettore è dotato di pin multiuso: alimentazione, trigger, sincronismo, comunicazione seriale.

NOTA: Se si utilizza un cavo RT-MSAS-12BFFM-SL8Dxx, consultare il sito web Opto Engineering® per ottenere l'associazione "colore/funzione".

PIN	Standard
1	GND
2	+VIN
3	Opto OUT 3
4	Opto IN 0
5	Opto OUT 2
6	Opto OUT 0
7	Opto REF GND
8	RS232 RX
9	RS232 TX
10	Opto REF V+
11	Opto IN 1
12	Opto OUT 1

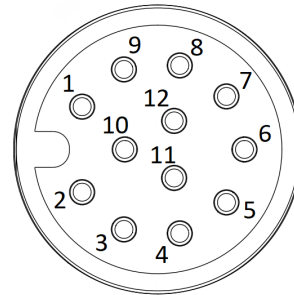


Figure 48: Pinout del connettore circolare a 12

Table 13: Piedinatura Itala per la versione IP67. pin IP67 (vista frontale della telecamera).

5.7 Circuito di I/O

Tutti i pin di ingresso e di uscita del connettore I/O sono isolati galvanicamente.

Tutte le specifiche elettriche e i valori massimi di tensione/corrente sono elencati nella Tabella 7.

5.7.1 Ingresso optoisolato

La topologia di ingresso optoisolato è schematizzata nella Figura 49.

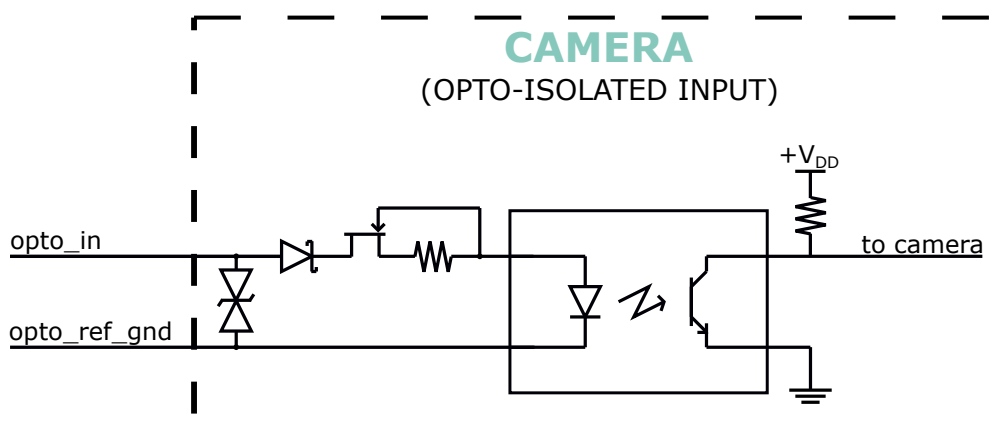


Figure 49: Topologia di ingresso optoisolata.

Il progetto prevede l'utilizzo di un isolatore di ingresso ad alta velocità per gestire il segnale di

trigger in ingresso con un ritardo di propagazione minimo. Un diodo TVS viene utilizzato come contromisura contro i picchi di alta tensione, mentre un diodo in serie impedisce l'inversione di polarità in ingresso. Inoltre, è incluso un circuito di limitazione della corrente per regolare automaticamente la corrente di ingresso.

NOTA: Fare attenzione al fatto che qualsiasi danno ai circuiti di ingresso optoisolati li rende inutilizzabili.

Alcuni esempi di schemi di cablaggio (per sistemi optoisolati e non) sono riportati nel capitolo "Esempi di collegamento" (7.1).

5.7.2 Uscita optoisolata

La topologia di uscita optoisolata è schematizzata nella Figura 50.

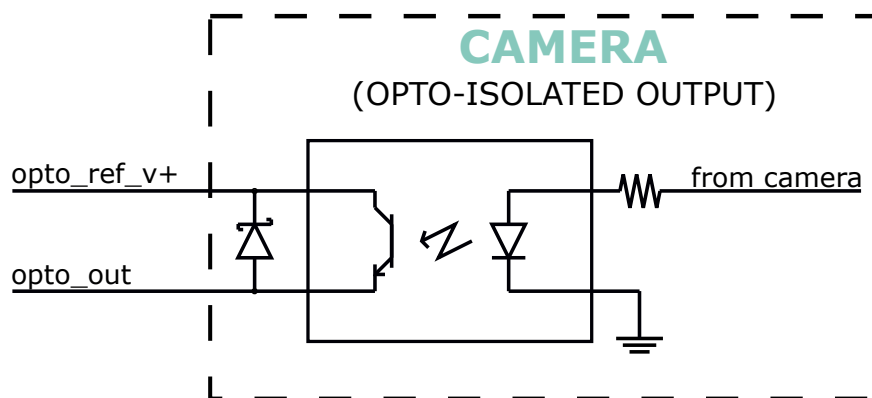


Figure 50: Topologia di uscita optoisolata.

In caso di collegamento accidentale sui pin di uscita, un diodo di bypass protegge il transistor fornendo un percorso alternativo per la corrente. La tensione di riferimento per i pin di uscita optoisolati può essere diversa dalla tensione di alimentazione, tuttavia non devono essere superate le specifiche massime elencate nella Tabella 7.

5.8 Indicatori LED

Tutte le telecamere Itala sono dotate di un indicatore LED sul lato posteriore dell'alloggiamento, accanto ai connettori (vedere le figure 42, 43 e 44).

Questo LED fornisce un'indicazione visiva dello stato di funzionamento della telecamera.

I codici colore sono elencati nella tabella 14.

Inoltre, tutte le telecamere Itala, tranne i modelli IP67, sono dotate di due indicatori LED di stato Ethernet sul lato posteriore dell'alloggiamento, sul connettore RJ45 (vedere le figure 42 e 43).

Questi LED forniscono un'indicazione visiva dello stato attuale della connessione Ethernet della telecamera.

Colore	Stato della telecamera
Condition: camera working	
● Giallo lampeggiante	Avvio della telecamera (all'avvio)
● Giallo fisso	Pronto per la videocamera
● Verde	Telecamera attivata
Condition: camera during firmware update	
● Viola	Fotocamera in modalità di avvio
● Viola/ciano lampeggiante	La fotocamera si sta aggiornando
Condition: fault	
● Rosso fisso	Guasto hardware - errore FPGA
● Rosso lampeggiante veloce - periodo: 500 ms	Guasto hardware - Errore RAM
● Lampeggiamento rosso lento - periodo: 4s	Guasto hardware - Errore del sensore di immagine

Table 14: Codici colore dei LED che indicano lo stato della telecamera

I codici colore sono elencati nella tabella 15.

Colore	Stato di Ethernet
Amber led - Network activity	
● Giallo lampeggiante	I dati vengono trasferiti attivamente
● Spento	Nessuna attività di rete
Green led - Connection status	
● Verde	Collegamento a 1000 Mbps
● Spento	Collegamento a 100 Mbps o collegamento assente

Table 15: Codici colore dei LED per lo stato di Ethernet

6 CARATTERISTICHE DELLA FOTOCAMERA

Questo capitolo fornisce una sintesi delle caratteristiche standard e personalizzate della serie di telecamere Itala. Le funzioni sono definite secondo la nomenclatura *Standard Feature Naming Convention (SFNC)* e *GenICam*. Le sezioni successive forniscono una spiegazione più dettagliata di ciascuna funzione.

6.1 Device Control

Questa sezione contiene le funzioni relative al controllo e alle informazioni del dispositivo. Viene utilizzato principalmente per identificare il dispositivo durante il processo di enumerazione e per ottenere informazioni sul dispositivo stesso.

Nella Tabella 16 sono elencati tutti i parametri Device Control.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
DeviceType	Restituisce il tipo di dispositivo	IEnumeration	R
DeviceScanType	Tipo di scansione del sensore del dispositivo	IEnumeration	R
DeviceVendorName	Nome del produttore del dispositivo	IString	R
DeviceModelName	Modello del dispositivo	IString	R
DeviceManufacturerInfo	Informazioni del produttore sul dispositivo	IString	R
DeviceVersion	Versione del dispositivo	IString	R
DeviceFirmwareVersion	Versione del firmware del dispositivo	IString	R
DeviceSerialNumber	Numero di serie del dispositivo	IString	R
DeviceUserID	Identificatore del dispositivo programmabile dall'utente	IString	RW
DeviceTLType	Tipo di livello di trasporto del dispositivo	IEnumeration	R
DeviceTLVersionMajor	Versione principale del Transport Layer del dispositivo	Integer	R
DeviceTLVersionMinor	Versione minore del Transport Layer del dispositivo	Integer	R
DeviceLinkSelector	Seleziona il Link del dispositivo da controllare	Integer	RW

DeviceLinkSpeed	Indica la velocità di trasmissione negoziata sul collegamento specificato.	Integer	R
DeviceLinkThroughputLimitMode	Controlla se il DeviceLinkThroughputLimit è attivo	IEnumeration	RW
DeviceLinkThroughputLimit	Limita la larghezza di banda massima dei dati che verranno trasmessi dal dispositivo sul collegamento selezionato.	Integer	RW
DeviceLinkHeartbeatMode	Attivazione o disattivazione del battito cardiaco del Link	IEnumeration	RW
DeviceLinkHeartbeatTimeout	Controlla l'attuale timeout dell'heartbeat del collegamento specifico.	IFloat	RW
DeviceLinkCommandTimeout	Indica il timeout di comando del collegamento specificato. Corrisponde al tempo massimo di risposta del dispositivo per un comando inviato su quel collegamento.	IFloat	RW
DeviceReset	Riporta il dispositivo allo stato di accensione. Dopo il reset, il dispositivo deve essere riscoperto. Si noti che alcuni Transport Layer richiedono la conferma del comando DeviceReset prima di avviare il reset effettivo del dispositivo.	ICommand	W
DeviceFeaturePersistenceStart	Indicare al dispositivo e a GenICam XML di prepararsi per la persistenza di tutte le funzioni di streaming.	ICommand	W
DeviceFeaturePersistenceEnd	Indicare al dispositivo la fine della persistenza della funzione.	ICommand	W
DeviceRegistersStreamingStart	Preparare il dispositivo per lo streaming dei registri senza verificare la coerenza	ICommand	W
DeviceRegistersStreamingEnd	Annuncio della fine dello streaming dei registri	ICommand	W

DeviceTemperatureSelector	Seleziona la posizione all'interno del dispositivo, dove verrà misurata la temperatura	IEnumeration	RW
DeviceTemperature	Temperatura del dispositivo in gradi Celsius (°C)	IFloat	R
oeSensorTemperatureNormal	Limite di temperatura normale del sensore di immagine in gradi Celsius (°C)	IFloat	R
oeSensorTemperatureHigh	Limite di temperatura elevata del sensore di immagine in gradi Celsius (°C)	IFloat	R
oeSensorTemperatureStatus	Mostra lo stato della temperatura del sensore di immagine	IEnumeration	R
oeDevicePressure	Pressione interna del dispositivo in hPa	IFloat	R

Table 16: Caratteristiche del controllo del dispositivo

6.1.1 Sensor Temperature Status

Lo stato della temperatura del sensore può essere controllato utilizzando la funzione **oeSensorTemperatureStatus**. Sono possibili tre stati: **Normal**, **High** e **Overheat**, definiti dai parametri **oeSensorTemperatureNormal** (modificabile) e **oeSensorTemperatureHigh** (fisso). A seconda dello stato della temperatura, può essere necessario un intervento: nello stato Normale, non è richiesto alcun intervento; nello stato Alto, si consiglia il raffreddamento; nello stato Surriscaldamento, il raffreddamento è obbligatorio, altrimenti il sensore potrebbe danneggiarsi.

L'evento **SensorTemperature** è disponibile nella sezione Controllo eventi. Abilitandolo, è possibile ricevere un evento ogni volta che si verifica un cambiamento nello stato **oeSensorTemperatureStatus**. Per ulteriori informazioni, consultare il capitolo sugli eventi.

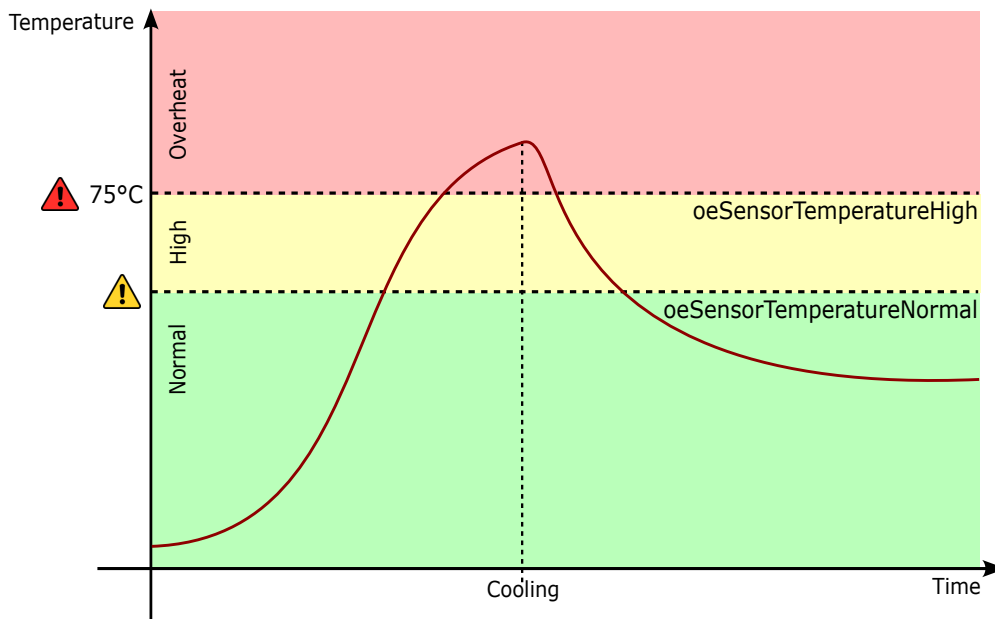


Figure 51: Esempio di curva di temperatura del dispositivo (sensore) e rappresentazione degli stati.

6.1.2 Bandwidth limit

La funzione **DeviceLinkThroughputLimit** consente di limitare la larghezza di banda disponibile per lo streaming dei dati della telecamera. I ritardi saranno inseriti in modo uniforme tra i pacchetti del livello di trasporto per controllare la larghezza di banda di picco. Ciò equivale a impostare direttamente il valore del ritardo tra i pacchetti tramite la funzione **GevSCPD** nella sezione **Transport Layer Control**. Un ritardo adeguato nel trasferimento dei dati impedirà alla telecamera di "sfiorare" il limite dell'interfaccia di trasferimento.

Il limite di larghezza di banda è particolarmente utile quando si configura un sistema multicamera con una larghezza di banda installata inferiore alla somma della larghezza di banda dei singoli dispositivi. L'impostazione di un limite adeguato per ogni dispositivo garantisce il minor numero di collisioni sulla rete, massimizzando le prestazioni e migliorando la stabilità complessiva.

6.2 Image Format Control

La sezione Image Format Control descrive come configurare le dimensioni e il formato dell'immagine.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
SensorWidth	Larghezza effettiva del sensore in pixel	Integer	R

SensorHeight	Altezza effettiva del sensore in pixel	Integer	R
SensorPixelWidth	Dimensione fisica (passo) nella direzione x di un'unità pixel fotosensibile	IFloat	R
SensorPixelHeight	Dimensione fisica (passo) in direzione y di un'unità pixel fotosensibile	IFloat	R
SensorName	Nome del prodotto del sensore di imaging	IString	R
WidthMax	Larghezza massima dell'immagine (in pixel)	Integer	R
HeightMax	Altezza massima dell'immagine (in pixel)	Integer	R
Width	Larghezza dell'immagine fornita dal dispositivo (in pixel)	Integer	RW
Height	Altezza dell'immagine fornita dal dispositivo (in pixel)	Integer	RW
OffsetX	Spostamento orizzontale dall'origine alla regione di interesse (in pixel)	Integer	RW
OffsetY	Spostamento verticale dall'origine alla regione di interesse (in pixel)	Integer	RW
BinningHorizontalMode	Imposta la modalità da utilizzare per combinare insieme le celle fotosensibili orizzontali quando viene utilizzato BinningHorizontal	Enumeration	RW
BinningHorizontal	Numero di celle fotosensibili orizzontali da combinare tra loro	Integer	RW
BinningVerticalMode	Imposta la modalità da utilizzare per combinare insieme le celle fotosensibili verticali quando viene utilizzato BinningVertical	Enumeration	RW
BinningVertical	Numero di celle fotosensibili verticali da combinare tra loro	Integer	RW
DecimationHorizontalMode	Imposta la modalità utilizzata per ridurre la risoluzione orizzontale quando viene utilizzato DecimationHorizontal	Enumeration	RW

DecimationHorizontal	Sottocampionamento orizzontale dell'immagine	Integer	RW
DecimationVerticalMode	Imposta la modalità utilizzata per ridurre la risoluzione verticale quando si utilizza DecimationVertical.	Enumeration	RW
DecimationVertical	Sottocampionamento verticale dell'immagine	Integer	RW
ReverseX	Capovolgere orizzontalmente l'immagine inviata dal dispositivo	Boolean	RW
ReverseY	Capovolgere verticalmente l'immagine inviata dal dispositivo	Boolean	RW
PixelFormat	Formato dei pixel forniti dal dispositivo	Enumeration	RW
TestPattern	Seleziona il tipo di modello di test generato dal dispositivo come sorgente di immagine.	Enumeration	RW

Table 17: Image Format Control caratteristiche

6.2.1 Pipeline di elaborazione delle immagini

La figura 52 illustra la pipeline di elaborazione delle immagini a bordo implementata nelle telecamere Itala. La pipeline è composta da una sequenza di fasi di elaborazione che convertono i dati grezzi del sensore in informazioni utilizzabili per l'analisi e l'ulteriore elaborazione dell'immagine. I principali blocchi di elaborazione sono elencati di seguito:

- **ROI:** definisce la regione di interesse, ovvero la porzione di sensore che verrà acquisita.
- **Defective pixel correction:** compensa i pixel difettosi.
- **Decimation:** riduce il numero di pixel da acquisire ed elaborare.
- **Binning:** combina pixel adiacenti per aumentare la sensibilità.
- **AOI:** definisce l'area di interesse utilizzata dalle funzioni automatiche.
- **Autofocus:** determina automaticamente l'impostazione di messa a fuoco ottimale.
- **Autoexposure:** regola automaticamente il tempo di esposizione per raggiungere la luminosità desiderata.
- **Autogain:** regola automaticamente il guadagno per raggiungere il livello di segnale desiderato.
- **White balance:** equalizza i tre canali di colore (R, G, B).

- **LUT**: Tabella di ricerca utilizzata per applicare trasformazioni a livello di pixel (ad esempio, correzione gamma).
- **Debayering**: interpola i dati grezzi per ricostruire un'immagine R, G, B a colori.
- **Color Correction Matrix (CCM)**: regola i canali del colore per ottenere una riproduzione accurata dei colori.

NOTA: Alcune fasi di elaborazione sono disponibili solo su specifici modelli di fotocamera Itala. Ad esempio, il bilanciamento del bianco, il debayering e il CCM sono disponibili esclusivamente sulle fotocamere a colori, mentre la messa a fuoco automatica è supportata solo sulle varianti Itala dotate di un controller integrato per lenti liquide.

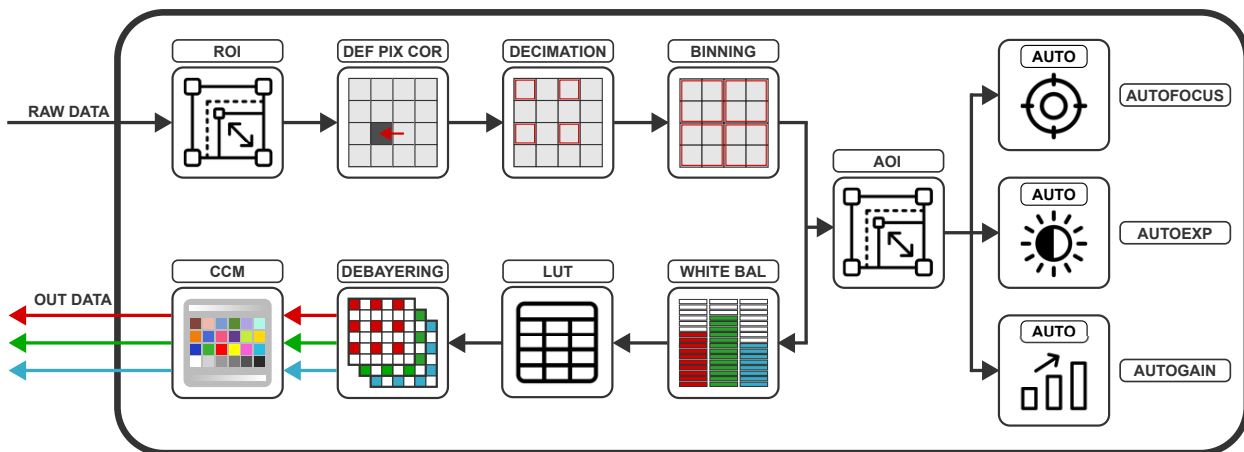


Figure 52: Pipeline di elaborazione delle immagini.

6.2.2 Immagine ROI

I parametri **Width**, **Height**, **OffsetX**, **OffsetY** sono utilizzati per modificare il formato dell'immagine e per trasmettere solo una parte dell'immagine a piena risoluzione: in particolare, gli offset impostano lo spostamento della ROI (regione di interesse), mentre i parametri di larghezza e altezza impostano le dimensioni effettive dell'immagine.

La somma di **OffsetX** e **Width** non può superare il valore **WidthMax** e la somma di **OffsetY** e **Height** non può superare il valore **HeightMax**.

WidthMax e **HeightMax** sono specifici del sensore e non possono essere impostati dall'utente.

Nella Fig.53 è riportata una spiegazione grafica di questi parametri.

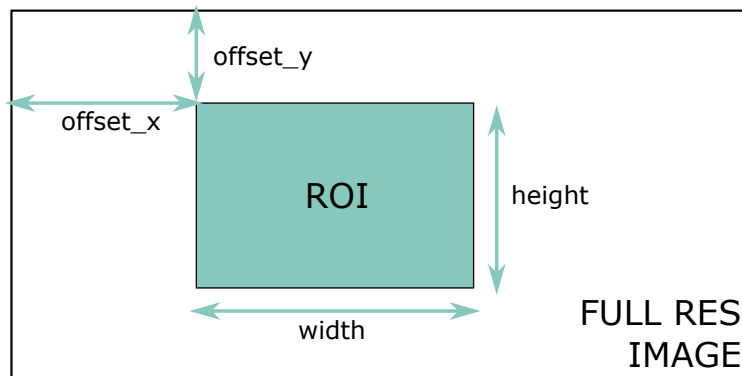


Figure 53: Immagine ROI parametri.

6.2.3 Binning

La modalità binning aumenta la sensibilità della telecamera sommando i valori di carica dei pixel adiacenti, a costo di ridurre la risoluzione spaziale effettiva.

Come mostrato nella Fig. 54, un'operazione **2x1 binning** riduce la risoluzione dell'immagine della metà lungo l'asse x, raddoppiando al contempo la luminosità complessiva dell'immagine, poiché il segnale di due pixel adiacenti viene combinato. Con una configurazione **2x2 binning**, la risoluzione dell'immagine risultante è un quarto dell'originale e la luminosità aumenta di quattro volte.

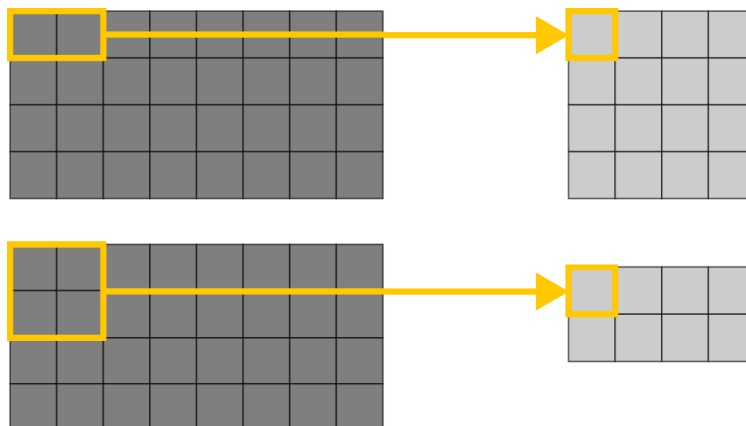


Figure 54: Esempi di binning per sensori monocromatici: nella figura precedente viene eseguito un binning 2x1, mentre nella figura sottostante viene applicato un binning 2x2.

Per i sensori a colori, è necessario considerare lo schema del filtro di Bayer. Poiché i pixel adiacenti corrispondono a canali di colore diversi, il binning viene applicato solo ai pixel con la stessa componente cromatica, come illustrato nella Fig.55. Questo approccio previene la distorsione del croma ed evita gli artefatti introdotti dalla miscelazione di informazioni cromatiche diverse.

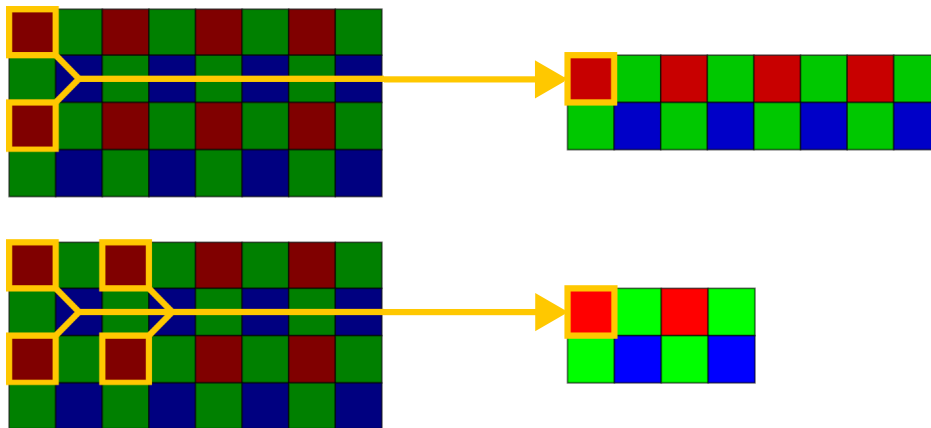


Figure 55: Esempi di binning per i sensori a colori: nella figura precedente viene eseguito un binning 1x2, mentre nella figura sottostante viene applicato un binning 2x2.

6.2.4 Decimazione

La modalità di decimazione viene utilizzata per scartare i pixel e ottenere un'immagine sottocampionata.

La modalità di decimazione presenta alcuni vantaggi, ad esempio l'aumento della frequenza dei fotogrammi della telecamera.

In Fig.56 sono mostrati due esempi di decimazione: nella figura sopra viene eseguita una **Decimazione 2x1**: viene considerato solo un pixel su due, quindi l'immagine risultante ha la metà della risoluzione orizzontale iniziale; nella figura sotto è stata applicata una **Decimazione 4x1**, quindi viene acquisito solo un pixel su quattro. Anche in questo caso la risoluzione orizzontale risultante è stata ridotta (di un fattore 4).

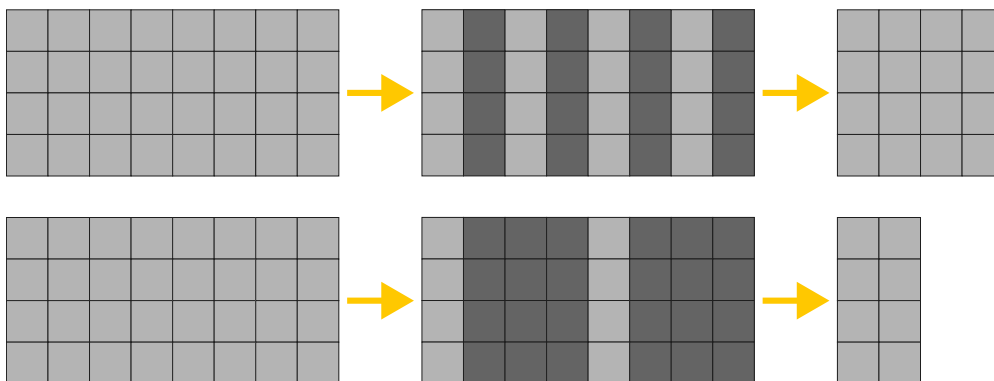


Figure 56: Esempi di decimazione: nella figura precedente viene eseguita una decimazione 2x1, mentre nella figura seguente viene applicata una decimazione 4x1.

Nel caso di sensori a colori, occorre tenere conto del filtro di Bayer: poiché i pixel adiacenti hanno informazioni cromatiche diverse, la decimazione viene eseguita raggruppando i pixel con colori

diversi, come illustrato nella Fig.57. In questo modo, le informazioni sul croma non vengono influenzate dagli artefatti dell'algoritmo.

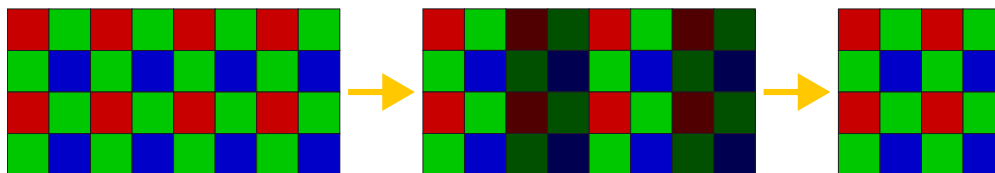


Figure 57: Esempi di decimazione per sensori di colore: nella figura precedente viene eseguita una decimazione 2x1.

6.2.5 Readout direction

La telecamera supporta il mirroring dell'immagine sia in direzione orizzontale che verticale, per rendere l'integrazione della telecamera insensibile alla posizione di montaggio.

Nella Fig.58 è mostrato un esempio delle caratteristiche **ReverseX** e **ReverseY**.

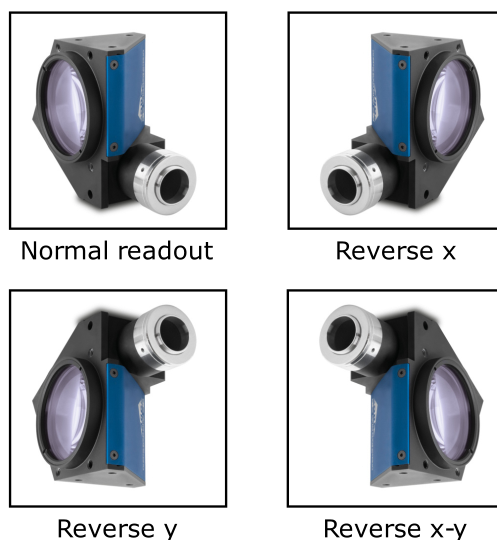


Figure 58: Rappresentazione di tutte e quattro le possibili modalità di lettura.

6.2.6 Profondità di bit e formato dei pixel

Bit depth si riferisce al numero di bit utilizzati per rappresentare il valore di intensità di ciascun pixel catturato dal sensore. Definisce il numero di livelli di grigio disponibili e contribuisce direttamente alla gamma dinamica ottenibile.

La figura 59 illustra come la profondità di bit influisce sulla quantizzazione dei pixel: le profondità di bit più basse forniscono meno livelli discreti per codificare l'immagine, limitando potenzialmente i dettagli nelle regioni a basso contrasto. Al contrario, profondità di bit più elevate consentono passi

di quantizzazione più fini, migliorando la risoluzione effettiva dell'immagine.

Tuttavia, l'aumento della profondità di bit comporta un compromesso sulla larghezza di banda: più bit per pixel aumentano il carico utile totale da trasmettere. Per una larghezza di banda fissa dell'interfaccia, i payload più elevati riducono la frequenza massima dei fotogrammi ottenibile.

Nelle applicazioni di visione industriale, viene comunemente utilizzata una profondità di bit compresa tra 8 e 12 bit, che offre un buon compromesso tra qualità dell'immagine e produttività.

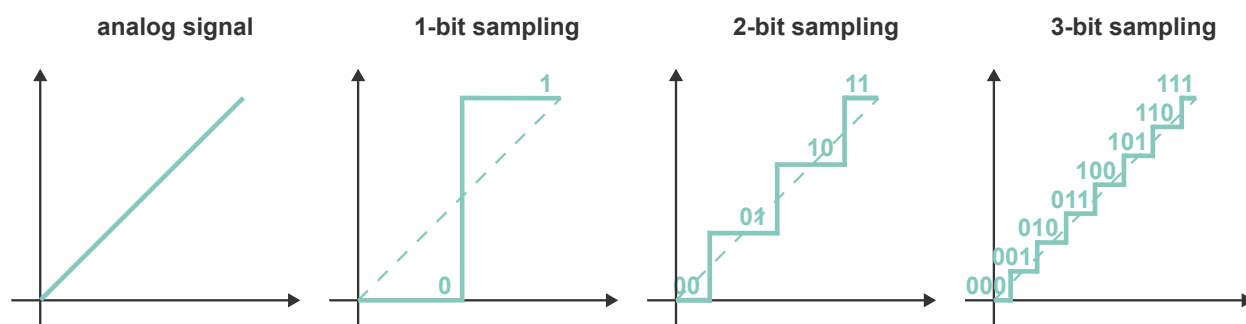


Figure 59: Esempio di quantizzazione dei pixel: all'aumentare della profondità di bit (da sinistra a destra), cresce il numero di livelli di intensità rappresentabili, consentendo una risoluzione più fine nell'immagine acquisita.

Pixel format definisce la codifica dei dati dei pixel, specificando il tipo di informazione contenuta in ciascun pixel (ad esempio, canali monocromatici o a colori, spazio colore, ordinamento dei canali) e il numero di bit utilizzati per rappresentarla.

Sebbene la profondità di bit e il formato pixel siano strettamente correlati, si riferiscono a concetti diversi. Ad esempio, il formato pixel *Mono10Packed* utilizza una risoluzione di campionamento di 10 bit per pixel, ma i dati sono memorizzati in una struttura a 12 bit (10 bit di dati significativi più 2 bit di padding).

I formati di pixel supportati da Itala sono elencati nella Tabella 18:

Formato pixel	Bit/pixel	Informazioni sui dati
SENSORI MONOCROMATICI		
Mono8	8	Grey level data (8-bit)
Mono10p	10	Grey level data (10-bit)
Mono12p	12	Grey level data (12-bit)
Mono10Packed	12	Grey level data (10-bit)
Mono12Packed	12	Grey level data (12-bit)
SENSORI DI COLORE		
Mono8	8	Luminance data (8-bit)
BayerXX8	8	Un-debayered raw data (8-bit)
BayerXX10p	10	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12p	12	Un-debayered raw data (12-bit)

BayerXX10Packed	12	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12Packed	12	Un-debayered raw data (12-bit)
YUV411_8_UYVYY	12	Luminance (Y, 8-bit) and Chroma (U-V, 4-bit) data
YUV422_8	16	Luminance (Y, 8-bit) and Chroma (U-V, 8-bit) data
RGB8	24	Red (8-bit), Green (8-bit) and Blue (8-bit) data
SENSORI POLARIZZATI MONOCROMATICI		
Mono8	8	Grey level raw data (8-bit)
Mono10p	10	Grey level raw data (10-bit)
Mono12p	12	Grey level raw data (12-bit)
Mono10Packed	12	Grey level raw data (10-bit)
Mono12Packed	12	Grey level raw data (12-bit)
PolarizedYYMono8	8	Un-depolarized raw data (8-bit)
PolarizedYYMono10p	10	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYMono12p	12	Un-depolarized raw data (12-bit)
PolarizedYYMono10Packed	12	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYMono12Packed	12	Un-depolarized raw data (12-bit)
SENSORI POLARIZZATI A COLORI		
BayerXX8	8	Un-debayered raw data (8-bit)
BayerXX10p	10	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12p	12	Un-debayered raw data (12-bit)
BayerXX10Packed	12	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12Packed	12	Un-debayered raw data (12-bit)
PolarizedYYBayerXX8	8	Un-depolarized raw data (8-bit)
PolarizedYYBayerXX10p	10	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYBayerXX12p	12	Un-depolarized raw data (12-bit)
PolarizedYYBayerXX10Packed	12	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYBayerXX12Packed	12	Un-depolarized raw data (12-bit)

Table 18: Formato dei pixel nelle fotocamere Itala.

Le figure 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72 illustrano come vengono impacchettati e codificati i dati dei pixel, a seconda del formato pixel selezionato.

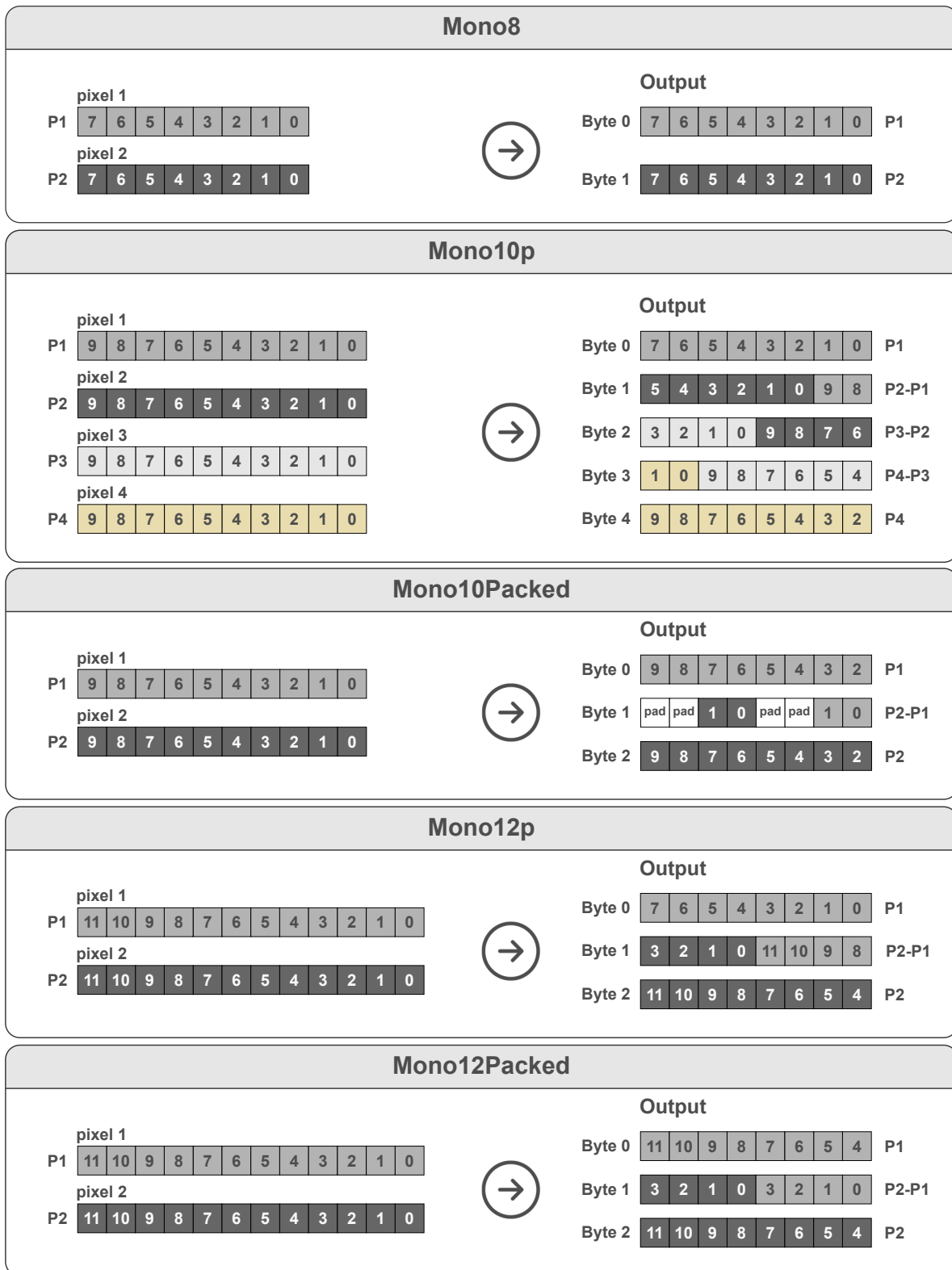


Figure 60: Codifica del formato pixel.

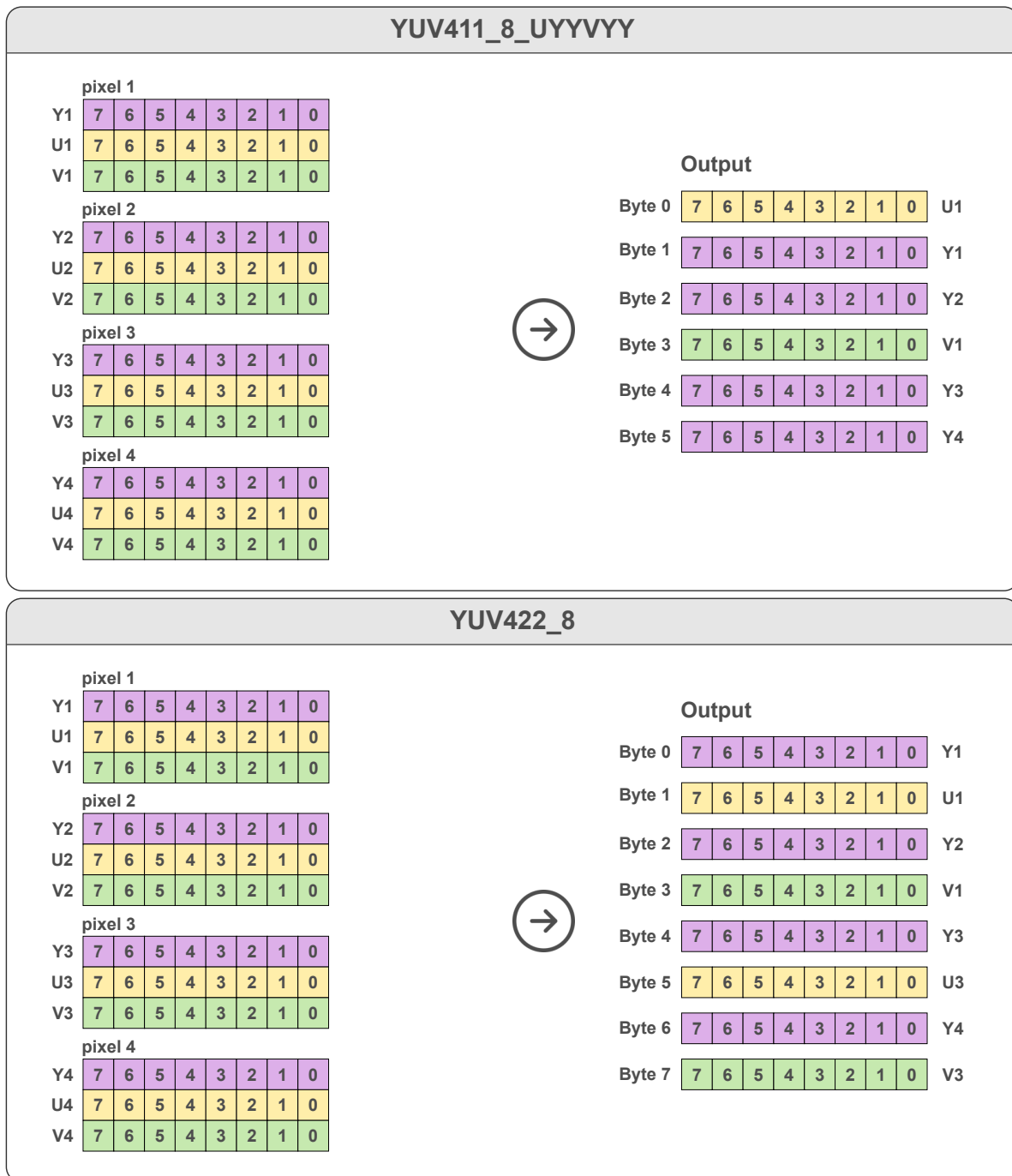
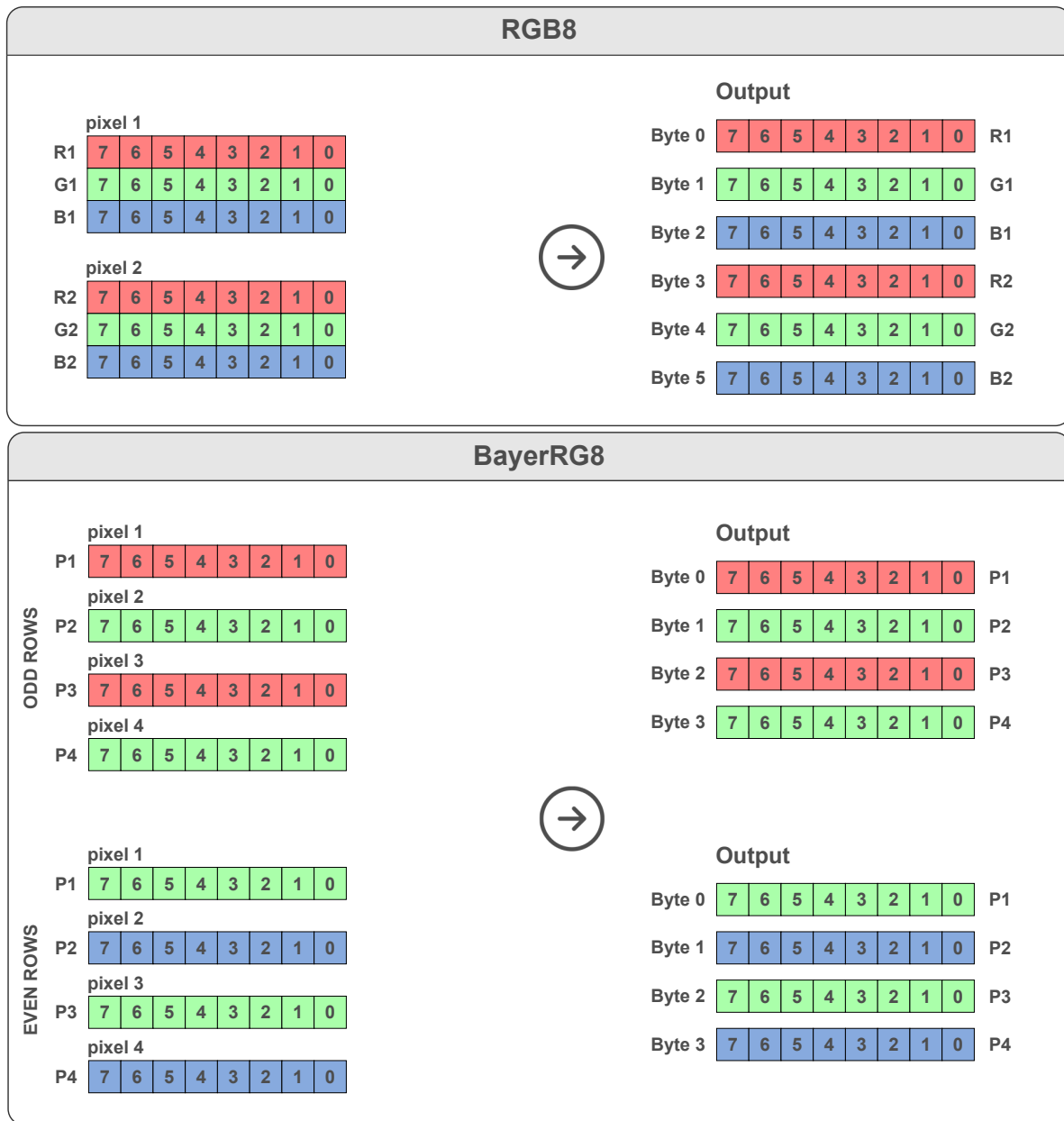


Figure 61: Codifica del formato pixel.



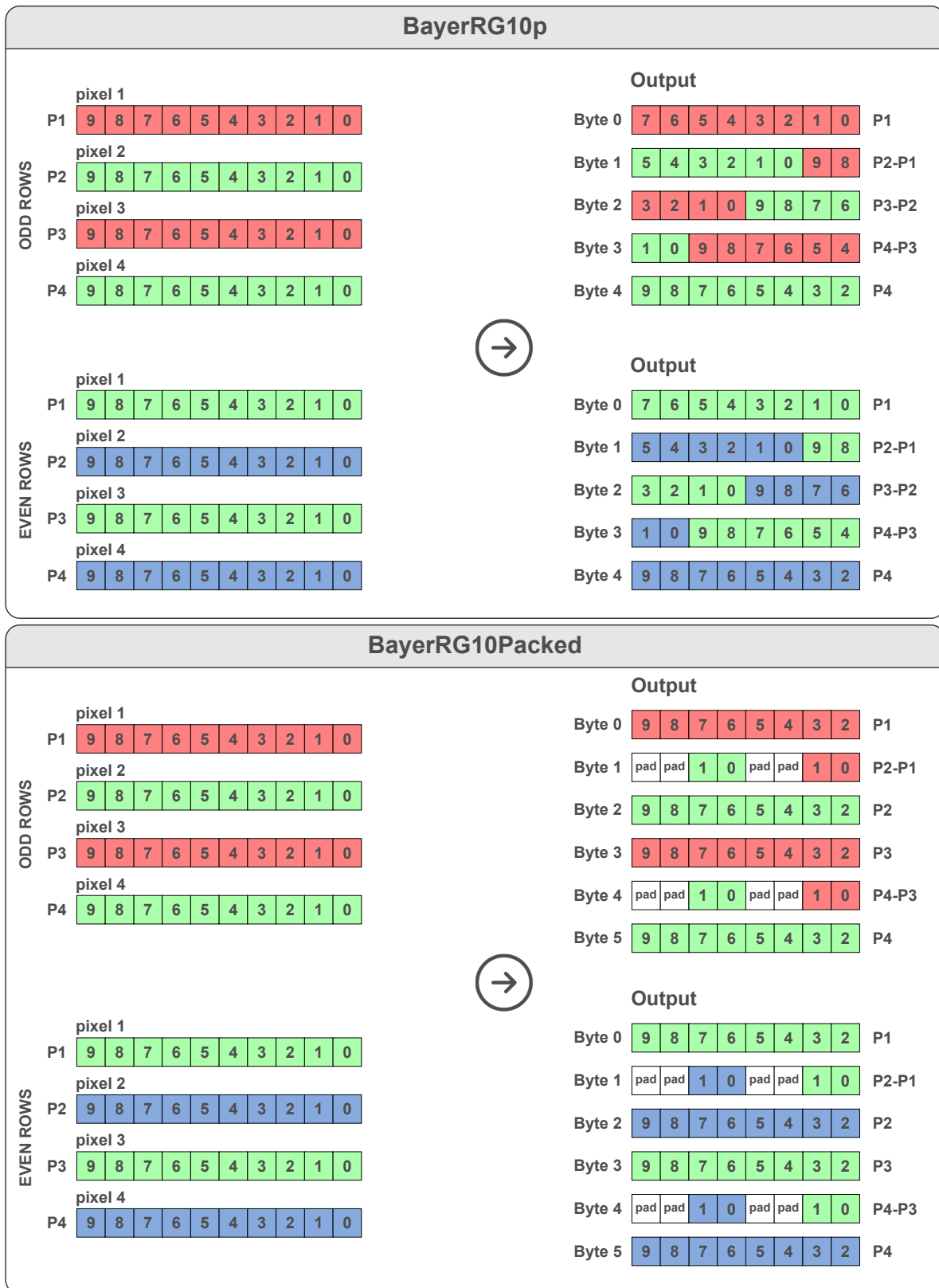


Figure 63: Codifica del formato pixel.

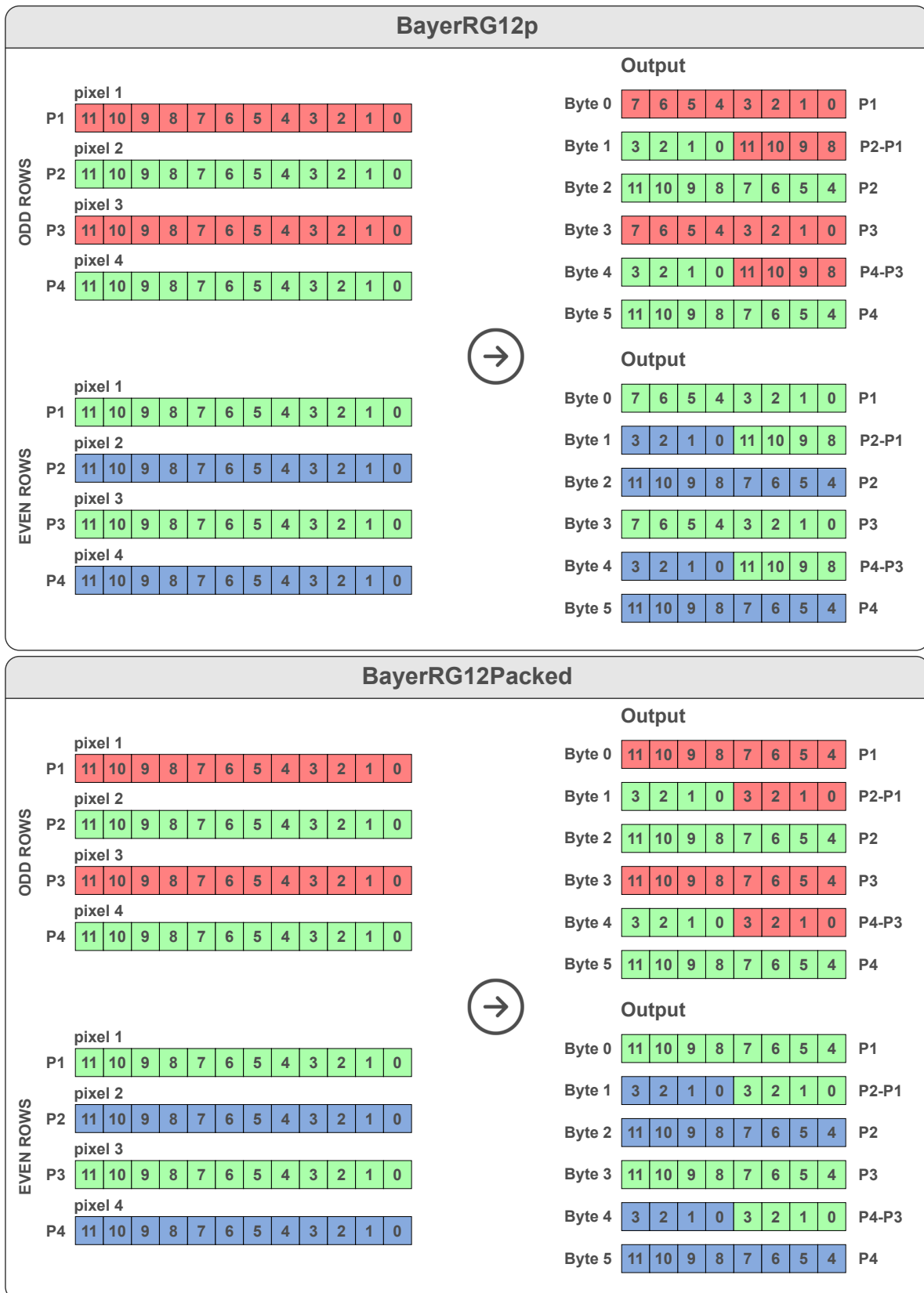


Figure 64: Codifica del formato pixel.

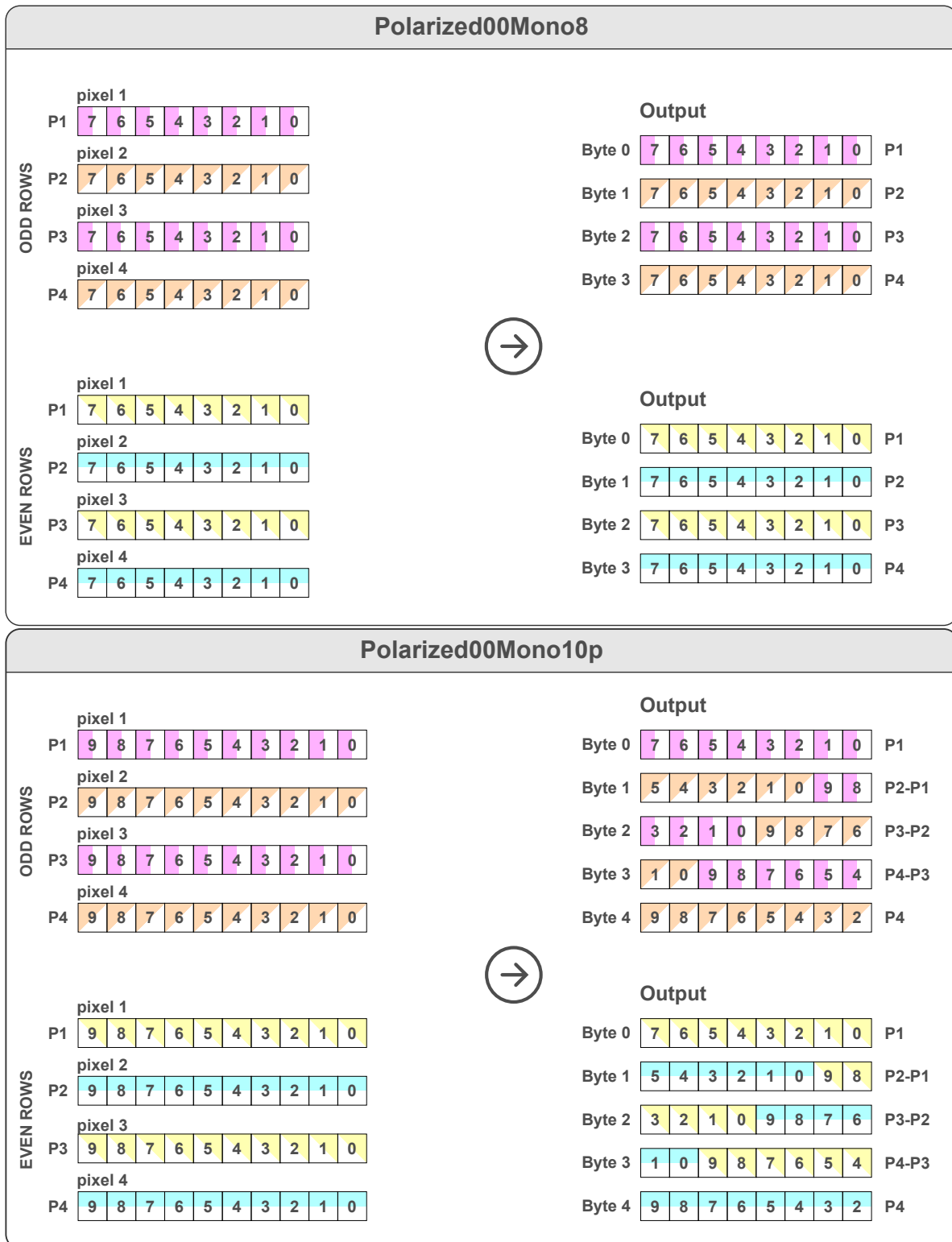


Figure 65: Codifica del formato pixel.

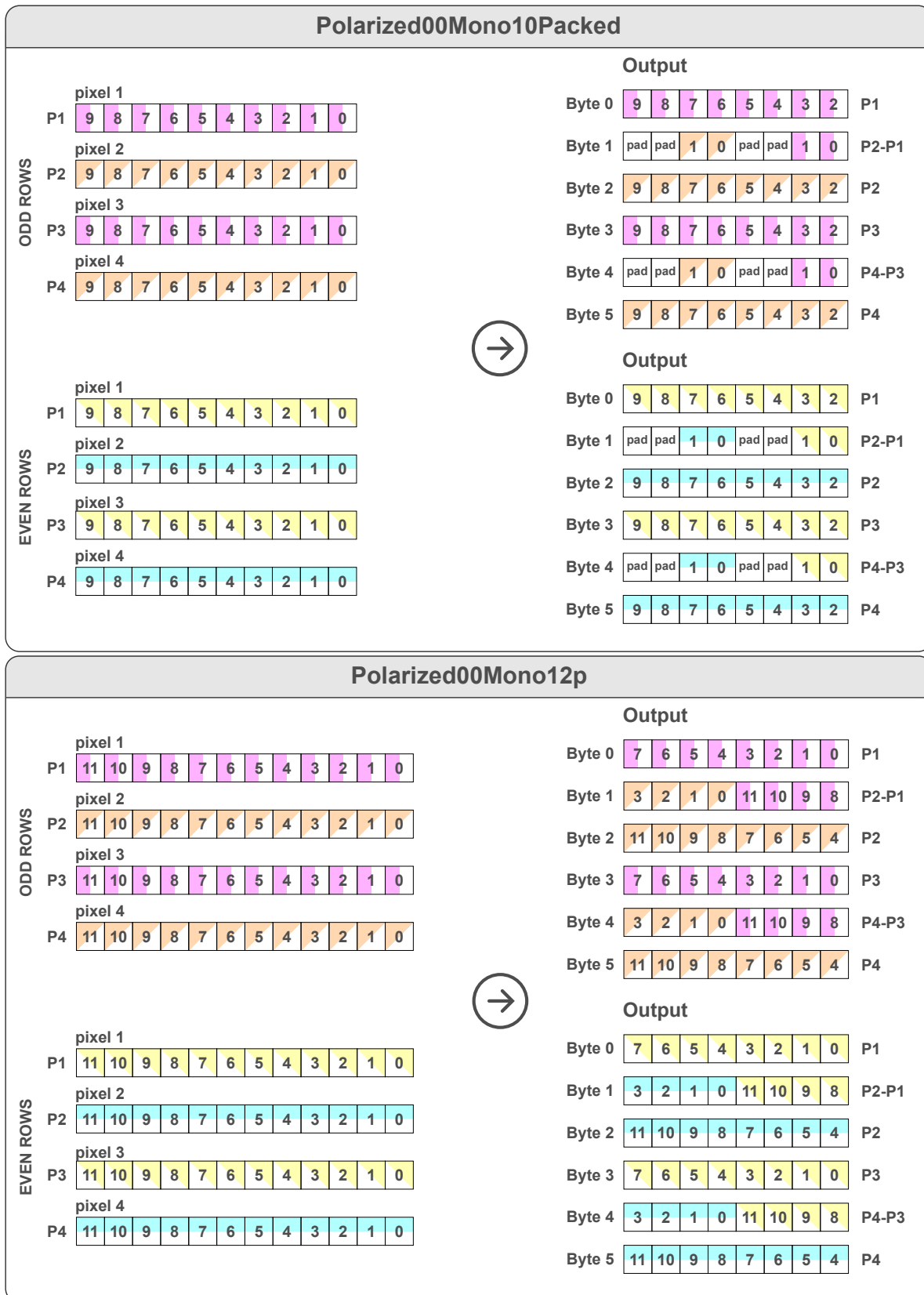


Figure 66: Codifica del formato pixel.

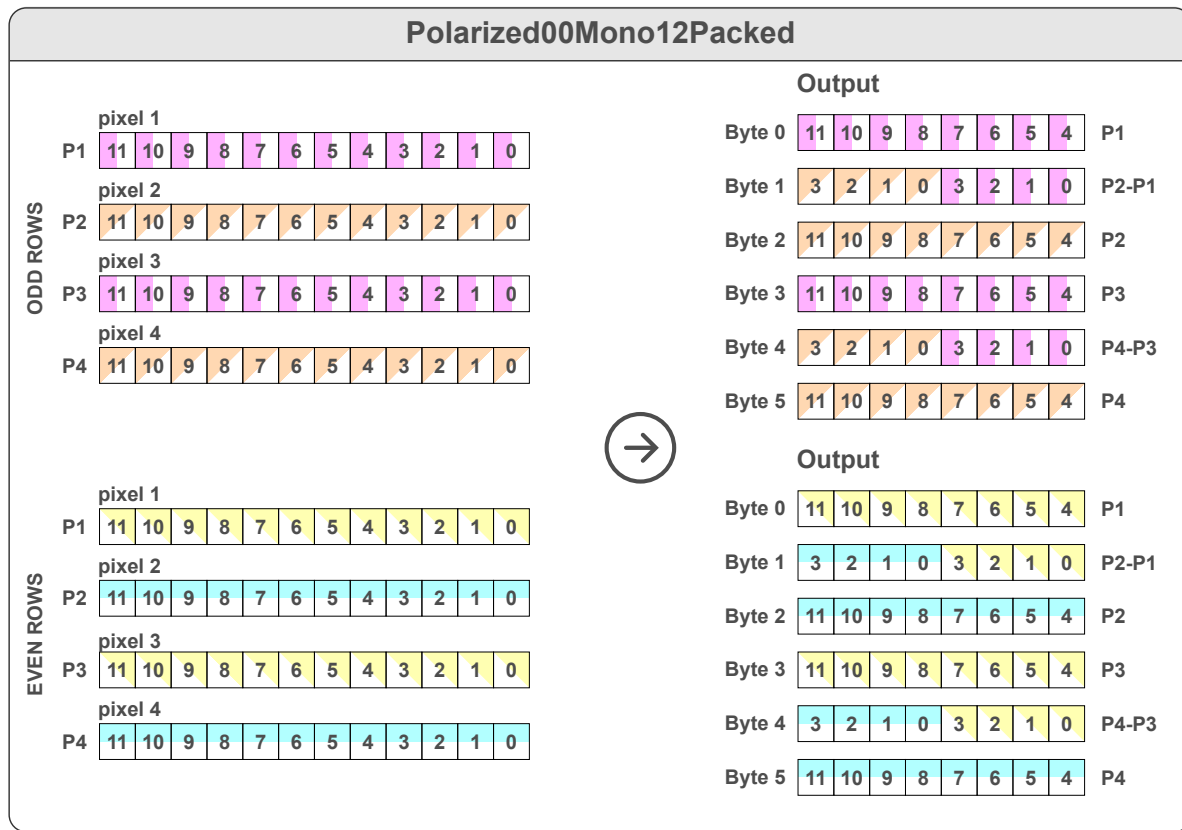


Figure 67: Codifica del formato pixel.



Figure 68: Codifica del formato pixel.



Figure 69: Codifica del formato pixel.

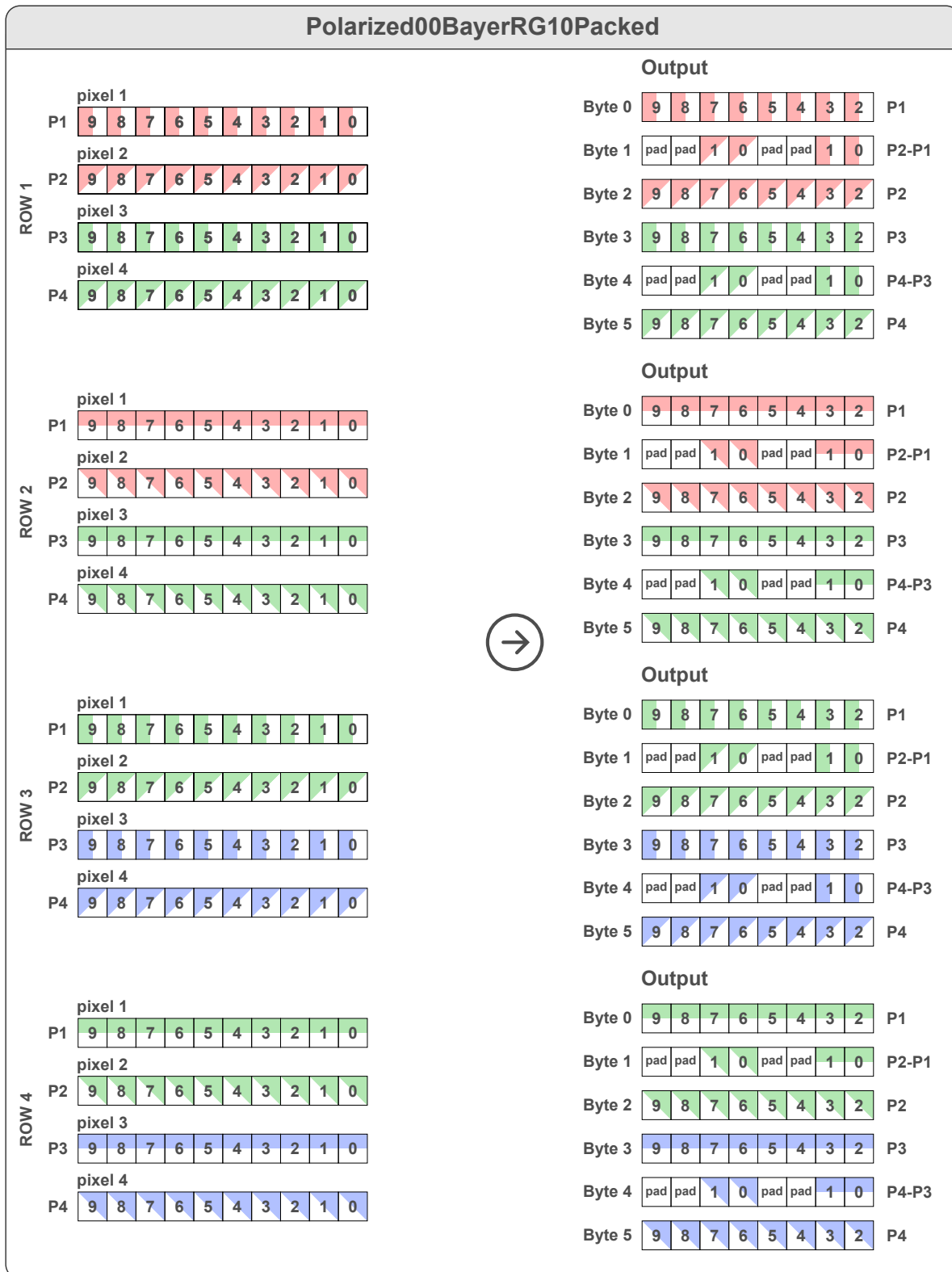


Figure 70: Codifica del formato pixel.



Figure 71: Codifica del formato pixel.



Figure 72: Codifica del formato pixel.

6.2.7 Sbarbatura

Il debayering (o demosaicizzazione) è il processo di generazione di un'immagine a colori dai dati grezzi acquisiti da un sensore di immagine dotato di filtro Bayer.

I sensori di immagine non misurano direttamente il colore: ogni pixel registra solo una componente primaria (rosso, verde o blu) grazie alla matrice di filtri Bayer posizionata sopra la superficie del sensore.

Come mostrato nella Figura 73, lo scopo del debayering è quello di ricostruire tutti e tre i canali di colore per ogni pixel interpolando le informazioni di colore dei pixel vicini.

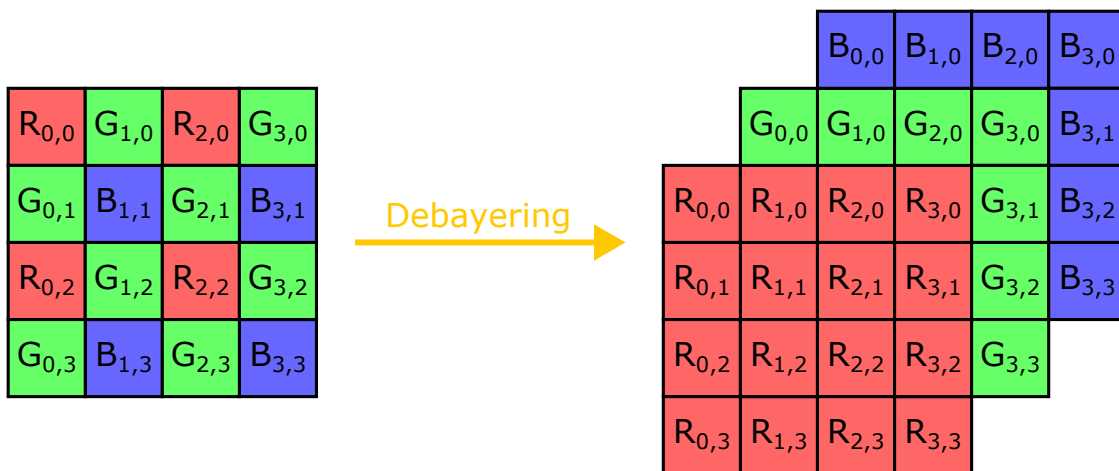


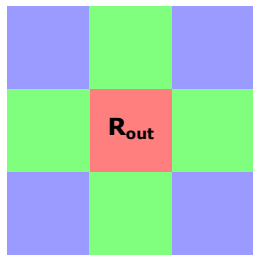
Figure 73: Informazioni sul colore dell'immagine, prima e dopo le operazioni di sbarbatura.

L'accuratezza del colore dell'immagine risultante dipende dall'efficacia dell'algoritmo di debayering.

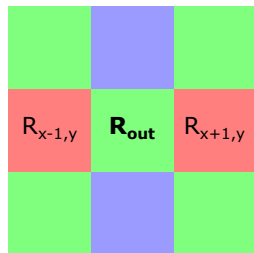
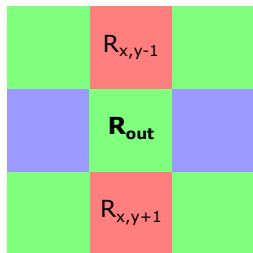
A causa del compromesso tra la complessità dell'algoritmo e le risorse hardware disponibili, le telecamere industriali utilizzano in genere algoritmi di interpolazione lineare, computazionalmente semplici ma efficaci per la ricostruzione del colore.

Gli algoritmi implementati nelle telecamere Itala sono progettati per evitare artefatti di ricostruzione, come *zipper artifacts*.

Gli schemi di interpolazione utilizzati per recuperare le componenti rosse, verdi e blu per ogni tipo di pixel della matrice Bayer sono riportati nelle tabelle 19, 20 e 21.

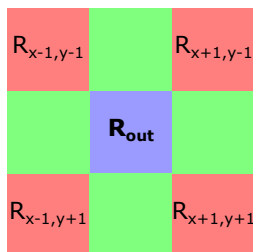


$$R_{out} = R_{x,y}$$



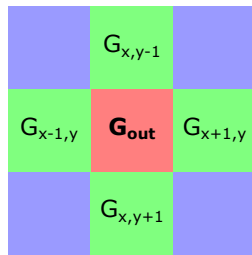
$$R_{out} = \frac{R_{x,y-1} + R_{x,y+1}}{2}$$

$$R_{out} = \frac{R_{x-1,y} + R_{x+1,y}}{2}$$

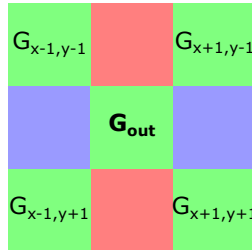


$$R_{out} = \frac{R_{x-1,y-1} + R_{x+1,y-1} + R_{x-1,y+1} + R_{x+1,y+1}}{4}$$

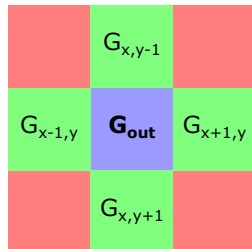
Table 19: Ricostruzione del colore rosso su pixel rossi (in alto), verdi (al centro) e blu (in basso) rispettivamente.



$$G_{out} = \frac{G_{x,y-1} + G_{x-1,y} + G_{x+1,y} + G_{x,y+1}}{4}$$

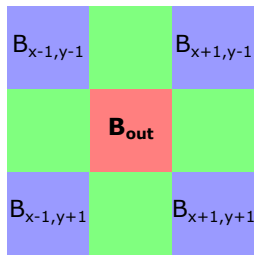


$$G_{out} = \frac{4 * G_{x,y} + G_{x-1,y-1} + G_{x+1,y-1} + G_{x-1,y+1} + G_{x+1,y+1}}{8}$$

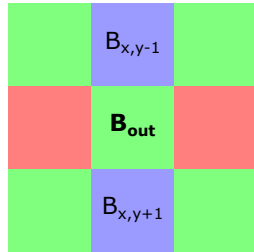
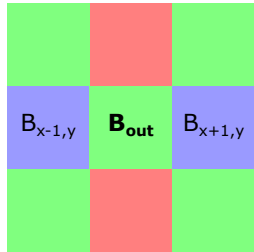


$$G_{out} = \frac{G_{x,y-1} + G_{x-1,y} + G_{x+1,y} + G_{x,y+1}}{4}$$

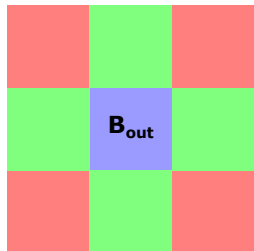
Table 20: Ricostruzione del colore verde su pixel rossi (in alto), verdi (al centro) e blu (in basso) rispettivamente.



$$B_{out} = \frac{B_{x-1,y-1} + B_{x+1,y-1} + B_{x-1,y+1} + B_{x+1,y+1}}{4}$$



$$B_{out} = \frac{B_{x-1,y} + B_{x+1,y}}{2} \quad \text{or} \quad \frac{B_{x,y-1} + B_{x,y+1}}{2}$$



$$B_{out} = B_{x,y}$$

Table 21: Ricostruzione del colore blu su pixel rossi (in alto), verdi (al centro) e blu (in basso) rispettivamente.

6.2.8 Test pattern

Le fotocamere Itala supportano due diversi test patterns, uno monocromatico e uno a colori. Le due diverse test patterns sono rappresentate nelle Fig. 74 e 75.

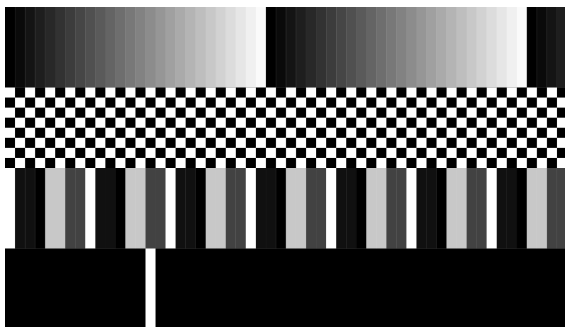


Figure 74: Monocromatico test pattern

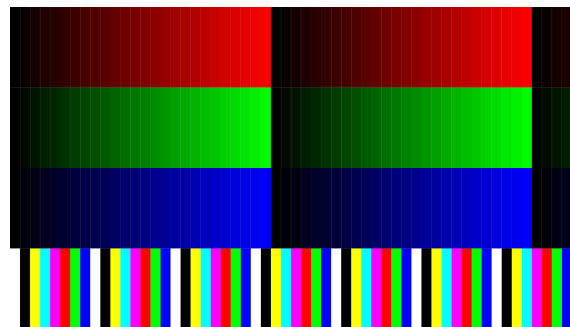


Figure 75: Colore test pattern

Il **monochrome pattern** è caratterizzato da 4 diverse sezioni:

- un modello a gradiente fisso, dal nero al bianco;

- uno schema a scacchi fisso;
- un modello di barre asimmetriche fisse (valori: 0xC8, 0x10, 0x10, 0x42);
- una linea bianca in movimento su sfondo nero.

Il **color pattern** è caratterizzato da 4 diverse sezioni:

- un motivo a gradiente rosso fisso, dal nero al rosso;
- un motivo a gradiente verde fisso, dal nero al verde;
- un motivo a gradiente blu fisso, dal nero al blu;
- un modello di barre di colore fisso (tutte le possibili combinazioni di coordinate R, G e B).

6.3 Acquisition Control

La sezione Acquisition Control descrive tutte le caratteristiche relative all'acquisizione delle immagini, compreso il trigger e il controllo dell'esposizione. Descrive il modello di base per l'acquisizione e il comportamento tipico del dispositivo.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
AcquisitionMode	Imposta la modalità di acquisizione del dispositivo. Definisce principalmente il numero di fotogrammi da catturare durante un'acquisizione e il modo in cui l'acquisizione si arresta.	IEnumeration	RW
AcquisitionStart	Avvia l'acquisizione del dispositivo	ICommand	RW
AcquisitionStop	Arresta l'acquisizione del dispositivo alla fine del frame corrente.	ICommand	RW
AcquisitionBurstFrameCount	Numero di fotogrammi da acquisire per ogni attivazione FrameBurstStart	IInteger	RW
AcquisitionFrameRate	Controlla la velocità di acquisizione (in Hertz) con cui vengono catturati i fotogrammi.	IFloat	RW

AcquisitionFrameRateEnable	Controlla se la funzione AcquisitionFrameRate è scrivibile e utilizzabile per controllare la velocità di acquisizione. In caso contrario, la velocità di acquisizione è implicitamente controllata dalla combinazione di altre funzioni come ExposureTime, ecc.	IBoolean	RW
oeAcquisitionFrameRateLimitMode	Selezionare ciò che limita la frequenza dei fotogrammi di acquisizione	IEnumeration	RW
oeResultingFrameRate	Mostra il frame rate di acquisizione risultante	IFloat	RO
oeMaxFrameRate	Mostra la massima velocità di acquisizione raggiungibile quando la compressione dell'immagine è abilitata.	IFloat	RO
TriggerSelector	Seleziona il tipo di attivazione da configurare	IEnumeration	RW
TriggerMode	Controlla se il trigger selezionato è attivo	IEnumeration	RW
TriggerSoftware	Genera un trigger interno	ICommand	RW
TriggerSource	Specifica il segnale interno o la linea di ingresso fisico da utilizzare come sorgente di attivazione.	IEnumeration	RW
TriggerOverlap	Specifica il tipo di sovrapposizione dell'attivazione consentita con il fotogramma o la riga precedente. Questo definisce quando un trigger valido verrà accettato (o agganciato) per un nuovo fotogramma o una nuova riga.	IEnumeration	RW
TriggerDelay	Specifica il ritardo in microsecondi (us) da applicare dopo la ricezione dell'attivazione prima di attivarla.	IFloat	RW

ExposureMode	Imposta la modalità di funzionamento dell'esposimetro.	IEnumeration	RW
oeShortExposureEnable	Abilita la modalità di esposizione breve	IBoolean	RW
oeDualExposureEnable	Abilita la modalità di doppia esposizione	IBoolean	RW
ExposureTime	Imposta il tempo di esposizione quando ExposureMode è Temporizzato e ExposureAuto è Disattivato.	IFloat	RW
oeWaitTime1	Ritardo tra la prima e la seconda esposizione in modalità Doppia esposizione.	IFloat	RO
oeExposureTime2	Secondo Tempo di esposizione in modalità Doppia esposizione.	IFloat	RO
oeWaitTime2	Tempo di attesa prima di una nuova acquisizione dopo la seconda esposizione in modalità Doppia esposizione.	IFloat	RO
ExposureAuto	Imposta la modalità di esposizione automatica quando ExposureMode è Temporizzato	IEnumeration	RW
oeExposureAutoMin	Impostare il limite inferiore per l'algoritmo di esposizione automatica.	IFloat	RW
oeExposureAutoMax	Impostare il limite superiore dell'algoritmo di esposizione automatica.	IFloat	RW
oeImageCompressionEnable	Abilitare l'algoritmo di compressione dell'immagine	IBoolean	RW
oeFramesInBuffer	Visualizza il numero di fotogrammi attualmente memorizzati nella memoria di bordo.	IInteger	RO

Table 22: Acquisition Control Caratteristiche

6.3.1 Trigger overlap

Relazione Exposure Time e Frame Readout

Per impostazione predefinita, la funzione **TriggerOverlap** è impostata su OFF: in questo caso, come mostrato nella Fig. 76, il periodo di esposizione successivo non è consentito fino alla fine del trasferimento del fotogramma corrente, cioè il tempo di esposizione e il trasferimento del fotogramma non possono essere sovrapposti. In questa configurazione, tuttavia, la latenza tra il tempo di esposizione e il trasferimento dei fotogrammi è altamente ripetibile.

In conclusione, è possibile ottenere un maggiore determinismo al costo di una minore frequenza effettiva dei fotogrammi della telecamera.

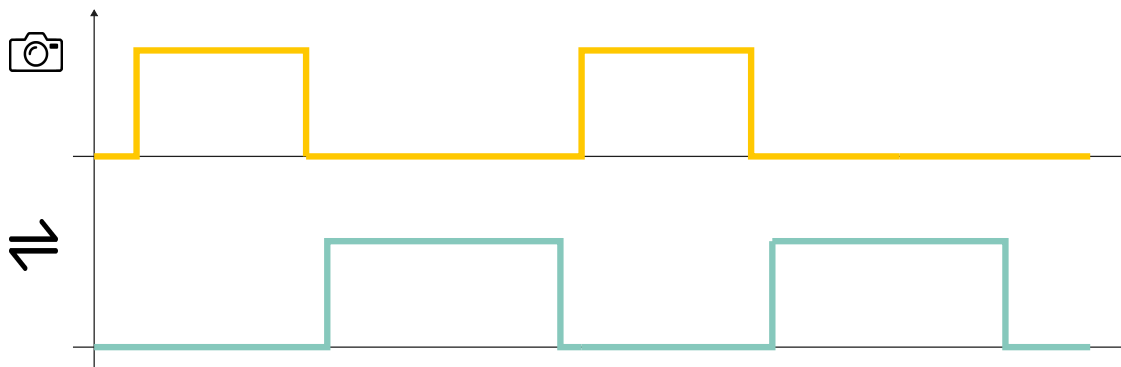


Figure 76: Quando **TriggerOverlap** è impostato su OFF, la latenza è altamente ripetibile, ma il tempo di esposizione successivo non può essere accettato finché il fotogramma corrente non è stato trasferito alla memoria interna. Dall'alto verso il basso, sono rappresentati i segnali di esposizione e di lettura del sensore.

Quando **TriggerOverlap** è configurato su Readout, la latenza tra la fine dell'esposizione e l'inizio del trasferimento del fotogramma presenta una maggiore variabilità. Tuttavia, una nuova esposizione può iniziare mentre il fotogramma precedente viene ancora trasferito dal sensore al buffer di memoria. Come illustrato nella Fig. 77, l'unico vincolo in questa modalità è quello di evitare la sovrapposizione tra intervalli di trasferimento consecutivi. Di conseguenza, è possibile ottenere una frequenza di fotogrammi della telecamera più elevata (soggetta ai limiti della larghezza di banda Ethernet), a scapito di un minore determinismo nella tempistica di trasferimento dei fotogrammi.

Come la modalità di lettura influisce sul tempo di esposizione

Il valore **ExposureTime** è limitato da:

- **ExposureTimeMin**: tempo di esposizione minimo impostabile dall'utente.
- **ExposureTimeMax**: tempo di esposizione massimo impostabile dall'utente.
- **ExposureTimeInc**: valore del passo discreto per aumentare/diminuire il tempo di esposizione.

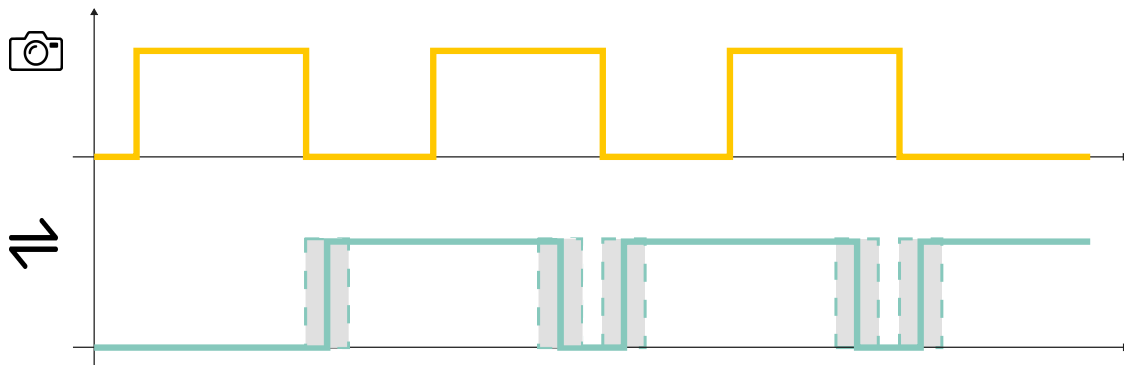


Figure 77: Quando **TriggerOverlap** è impostato su **Readout**, il tempo di esposizione successivo può essere accettato quando il fotogramma corrente viene trasferito alla memoria interna, ma la latenza è influenzata da un'incertezza maggiore. Dall'alto verso il basso, sono rappresentati i segnali di esposizione e di lettura del sensore.

ExposureTimeMax è costante per entrambe le configurazioni **TriggerOverlap** (*Off* e *Readout*).

ExposureTimeMin differenze tra **TriggerOverlap** = *Off* e **TriggerOverlap** = *Readout* dipendono dal modello di sensore, ma di solito sono trascurabili.

TriggerOverlap influisce principalmente sul valore **ExposureTimeInc**.

- Quando **TriggerOverlap** = *Off*, la granularità del tempo di esposizione è piuttosto fine, dell'ordine delle decine di nanosecondi.
- Quando **TriggerOverlap** = *Readout*, la granularità del tempo di esposizione è fortemente correlata al periodo di linea del sensore, cioè al tempo necessario al sensore di immagine per leggere una singola linea. In questa configurazione, l'incremento del tempo di esposizione dipende dal modello di sensore, ma di solito è dell'ordine delle decine di microsecondi.

In ogni caso, il valore **ExposureTime** impostato dall'utente viene regolato automaticamente dal dispositivo, in base alla configurazione corrente della telecamera.

6.3.2 Dual Exposure

La funzione **Dual Exposure** consente di acquisire due fotogrammi il più vicino possibile, facilitando l'ispezione di oggetti in rapido movimento o che coinvolgono diverse fonti di luce. Ciò può essere ottenuto sovrapponendo la lettura del primo sensore con l'esposizione del secondo, come mostrato nella Figura 78.

Per impostazione predefinita, la funzione **oeDualExposureEnable** non è disponibile. **Dual Exposure** è disponibile solo quando **TriggerMode** è impostato su **ON** e **TriggerOverlap** è impostato su **Readout**. Quando **oeDualExposureEnable** è attivo, **AcquisitionBurstFrameCount** scompare e viene impostato automaticamente su 2.

Dual Exposure è disponibile solo se è impostato un **TriggerSource** valido. Il trigger avvia il processo spiegato di seguito:

- Il primo tempo di esposizione *EXPOSURE TIME 1* segue le impostazioni **ExposureMode**: la sua durata può essere Timed o TriggerWidth, come spiegato nella sottosezione 6.3.4.
- Una volta completata la prima esposizione, è necessario un *WAIT TIME 1* per il funzionamento del sensore. Questo tempo rappresenta l'intervallo minimo ottenibile tra due fotogrammi. Questo tempo è fisso.
- Quando si tratta di *EXPOSURE TIME 2*, qui ha luogo la sovrapposizione di trigger poiché la fotocamera inizia la seconda esposizione durante la prima lettura del sensore. Il *EXPOSURE TIME 2* dura quanto il *SENSOR READOUT 1*. Questo tempo è fisso.
- Dopo la seconda esposizione si verifica il *WAIT TIME 2*, che consente il funzionamento del sensore e la lettura del secondo fotogramma. Questo tempo è fisso.

Tutti i tempi fissi dipendono dal sensore e sono necessari per il corretto funzionamento della fotocamera in modalità doppia esposizione. Questi valori dipendono dalla configurazione del sensore (ROI, Pixel Format, Binning e Decimation) e possono essere letti dalle funzioni **oeWaitTime1**, **oeExposureTime2** e **oeWaitTime2**.

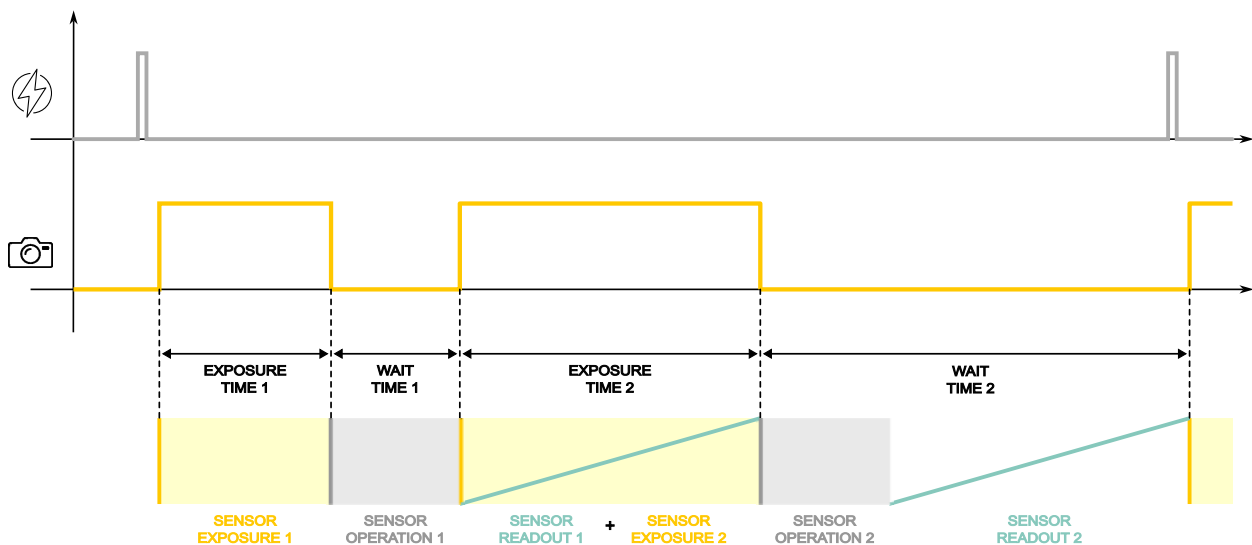


Figure 78: Temporizzazioni e funzionamento del Dual Exposure. Dall'alto verso il basso, sono rappresentati il segnale trigger, il segnale di esposizione del sensore e il funzionamento della fotocamera.

NOTA: tenere presente che un secondo hardware trigger può verificarsi solo dopo il completamento dell'intero processo, ossia dopo il *WAIT TIME 2*. Tutti i segnali di attivazione che si verificano durante *WAIT TIME 1* o *EXPOSURE TIME 2* o *WAIT TIME 2* saranno ignorati.

NOTA: *WAIT TIME 1* deve essere preso in considerazione durante la progettazione del sistema di visione industriale per selezionare correttamente il modello di telecamera, in base ai requisiti dell'applicazione.

NOTA: Quando **Dual Exposure** è abilitato, **ChunkExposureTime** mostra solo il valore impostato per **EXPOSURE TIME 1** (cioè il valore impostato nel campo **Exposure Time**).

6.3.3 Trigger delay

Poiché la sincronizzazione tra illuminazione ed esposizione può essere difficile, la funzione **TriggerDelay** può essere utilizzata per allineare correttamente il periodo di esposizione del sensore con l'illuminazione esterna.

Ad esempio, si consideri la situazione di un dispositivo di attivazione che consente sia l'illuminazione che l'esposizione della fotocamera. In caso di cattivo allineamento, non tutta la luce viene raccolta dal sensore (vedere Figura 79), con conseguente illuminazione inefficiente.

La funzione **TriggerDelay** può essere utilizzata per spostare il tempo di esposizione delle telecamere Itala in modo da coprire completamente il tempo di accensione dell'illuminatore (vedere Figura 80)..

NOTA: *Gli eventi di attivazione multipli ricevuti durante il periodo di ritardo attivo vengono accodati internamente ed eseguiti dopo il ritardo programmato. Il buffer della telecamera può memorizzare fino a 64 segnali di attivazione, assicurando che non venga perso alcun segnale di attivazione durante il funzionamento ad alta velocità.*

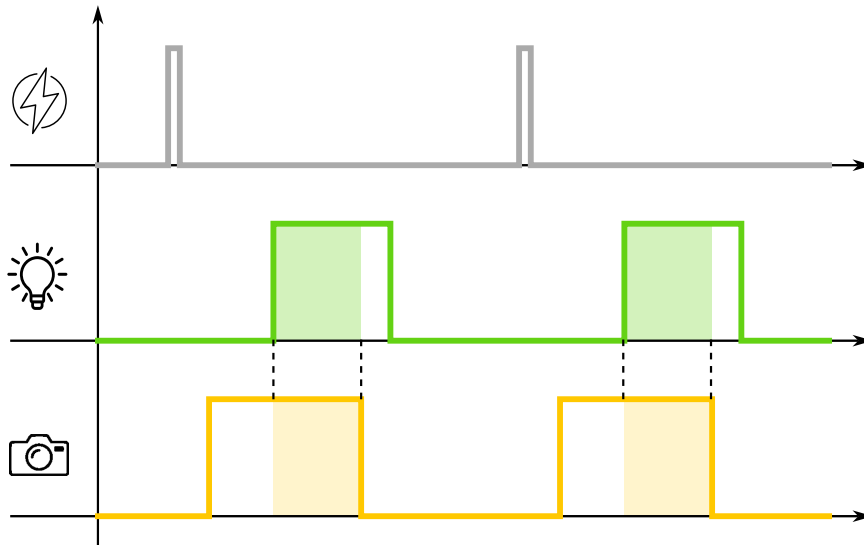


Figure 79: Allineamento errato tra illuminazione e tempo di esposizione della telecamera. Dall'alto verso il basso, sono rappresentati il segnale trigger, il periodo di illuminazione e il tempo di esposizione della telecamera.

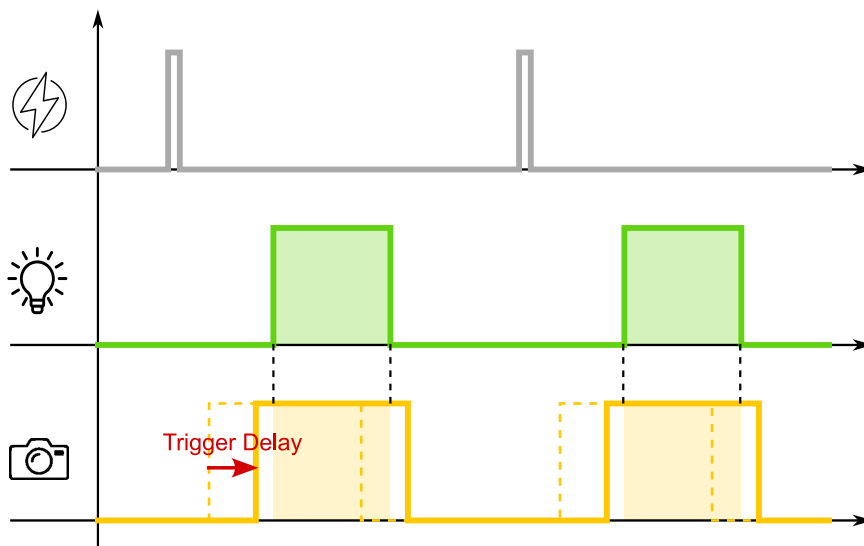


Figure 80: Allineamento corretto tra illuminazione e tempo di esposizione della telecamera. Dall'alto verso il basso, sono rappresentati il segnale trigger, il periodo di illuminazione e il tempo di esposizione della telecamera.

6.3.4 Timed vs TriggerWidth Exposure Mode

La modalità di esposizione può essere **Timed** o **TriggerWidth**.

Quando si seleziona **Timed Exposure**, il tempo di esposizione del sensore viene impostato utilizzando le funzioni *ExposureTime* o *ExposureAuto*.

In questo caso il tempo di esposizione può essere espresso come segue:

$$SensorExposureTime = ExposureTime \quad (1)$$

Ad esempio, se $ExposureTime = 500\mu s$, il sensore di immagine è esposto per $500\mu s$.

Quando si seleziona **TriggerWidth Exposure**, la durata dell'esposizione è pari alla larghezza dell'impulso del segnale trigger corrente.

In realtà, per alcuni sensori di immagine, il tempo di esposizione reale può essere calcolato come segue:

$$SensorExposureTime = TriggerPulse + ExposureOffset \quad (2)$$

dove:

- *SensorExposureTime* è il tempo di esposizione complessivo del sensore di immagine.
- *TriggerPulse* è uguale al segnale esterno trigger.
- *ExposureOffset* è un periodo intrinseco aggiuntivo in cui il sensore di immagine raccoglie la luce.

In questo caso, se l'impulso trigger fornito alla fotocamera è pari a $500\mu s$, si deve tenere conto anche del contributo intrinseco dell'offset di esposizione del sensore, che porta a un tempo di esposizione complessivo superiore a $500\mu s$.

In generale, l'offset di esposizione dipende dal sensore di immagine ed è dell'ordine di unità/decine di microsecondi.

NOTA: Quando si seleziona **TriggerWidth Exposure**, il campo **ExposureTime** agisce come larghezza di impulso massima consentita. Fornendo un segnale trigger con una larghezza di impulso maggiore, si ottiene un fotogramma catturato con un tempo di esposizione limitato al campo **ExposureTime**.

NOTA: Quando si seleziona **TriggerWidth Exposure**, **ChunkExposureTime** mostra il valore impostato nel campo **ExposureTime**.

6.3.5 Image Compression

La funzione **compressione dell'immagine** consente di comprimere il fotogramma catturato con un algoritmo senza perdite.

Il rapporto di compressione dell'algoritmo non ha un valore costante, ma è variabile e dipende dall'immagine acquisita. In particolare, il rapporto è inversamente proporzionale all'entropia dei pixel che compongono l'immagine. Pertanto, il rapporto di compressione è influenzato dal rumore dell'immagine, motivo per cui si consiglia di utilizzare livelli di guadagno bassi. Il rapporto di compressione tipico è compreso tra 1,5 e 2.

Se l'opzione **compressione dell'immagine** è abilitata, è possibile ridurre le dimensioni del carico utile dell'immagine e quindi aumentare la frequenza dei fotogrammi a parità di larghezza di banda. Questo perché la dimensione del carico utile dell'immagine (insieme al tempo di esposizione, alla modalità di acquisizione e ad altre funzioni di elaborazione dell'immagine come il binning e la decimazione) controlla la frequenza dei fotogrammi della telecamera, assumendo che la larghezza di banda del collegamento sia fissa (vedere la funzione DeviceLinkThroughputLimit nella sezione 6.1.2)..

Per abilitare la **compressione dell'immagine**, impostare il parametro **oeImageCompressionEnabled**. Quando la compressione è attivata, la telecamera comprime automaticamente il fotogramma, calcola la nuova dimensione del carico utile dell'immagine e regola la frequenza dei fotogrammi con il nuovo valore di dimensione per occupare tutta la larghezza di banda disponibile (DeviceLinkThroughputLimit). Il risultato è che l'algoritmo aumenta il più possibile la velocità della telecamera. Tutte queste operazioni vengono eseguite automaticamente dalla telecamera solo con la compressione abilitata; all'utente non resta che configurare gli altri parametri della telecamera.

La velocità massima dei fotogrammi, raggiungibile dalla fotocamera solo quando è attiva la compressione delle immagini, è indicata dal parametro **oeMaxFrameRate**, mentre la velocità massima assoluta dei fotogrammi è definita dalla velocità del sensore di immagine.

NOTA: Il **compressione dell'immagine** supporta solo i formati di pixel con una dimensione di 8bit: Mono8, BayerRG8, BayerGR8, BayerGB8, BayerBG8, Polarized00Mono8, Polarized00BayerRG8, Polarized00BayerGR8, Polarized00BayerGB8 e Polarized00BayerBG8.

NOTA: **compressione dell'immagine** è supportato se **oeAcquisitionFrameRateLimitMode** è impostato su **oeLinkThroughput**.

NOTA: I dati chunk non sono supportati se **compressione dell'immagine** è abilitato.

Il **algoritmo di decompressione** è implementato nel produttore Opto Engineering® GenTL (.cti), pertanto la decompressione non è disponibile con software di terze parti che non si basano sul produttore Opto Engineering® GenTL (.cti).

La figura 81 mostra un esempio di implementazione: due telecamere condividono una larghezza di banda di 1 Gbps e ciascuna telecamera ha a disposizione 0,5 Gbps di larghezza di banda (DeviceLinkThroughputLimit = 62500000). Se la compressione può raggiungere una velocità di x2, le due telecamere possono raggiungere la stessa frequenza di fotogrammi anche se hanno la metà della larghezza di banda.

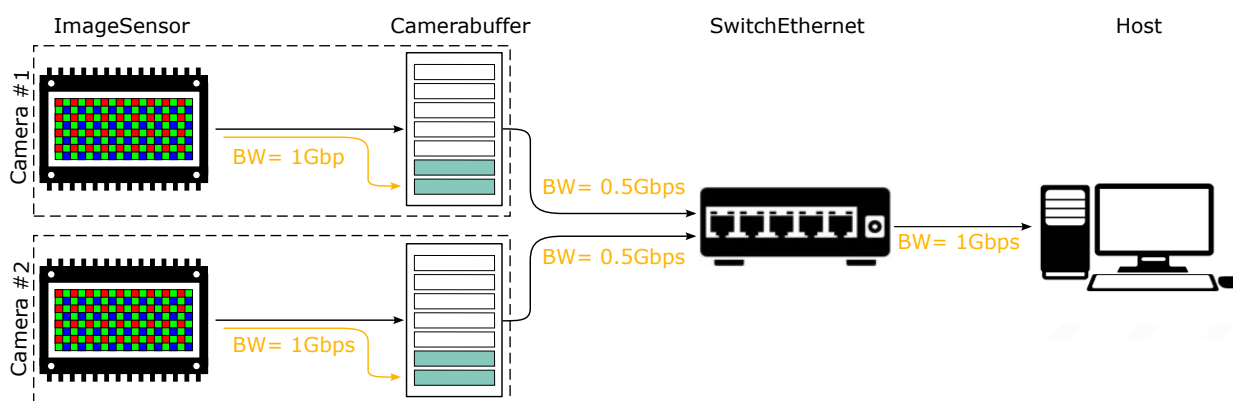


Figure 81: Esempio di sistema multicamera con compressione dell'immagine abilitata.

6.4 Analog Control

Questa sezione descrive come influenzare le caratteristiche analogiche di un'immagine, come il guadagno, il livello del nero e la gamma.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
Gain	Controlla il guadagno selezionato come valore fisico assoluto.	IFloat	RW
GainAuto	Imposta la modalità di controllo automatico del guadagno (AGC)	IEnumeration	RW
oeGainAutoMin	Impostare il limite inferiore per l'algoritmo di guadagno automatico.	IFloat	RW
oeGainAutoMax	Impostare il limite superiore dell'algoritmo di guadagno automatico.	IFloat	RW
BlackLevel	Controlla il livello del nero analogico come valore fisico assoluto.	IFloat	RW
BalanceRatioSelector	Seleziona il rapporto di bilanciamento da controllare	IEnumeration	RW
BalanceRatio	Controlla il rapporto della componente di colore selezionata	IFloat	RW

BalanceWhiteAuto	Controlla la modalità di bilanciamento automatico del bianco tra i canali colore. I rapporti di bilanciamento del bianco vengono regolati automaticamente	IEnumeration	RW
oeGammaEnable	Abilita la correzione della gamma. Le funzioni LUT saranno disabilitate	IBoolean	RW
Gamma	Controlla la correzione gamma dell'intensità dei pixel	IFloat	RW

Table 23: Analog Control Caratteristiche

6.4.1 Gain

Gain è un fattore di moltiplicazione applicato ai valori dei pixel per aumentare la luminosità dell'immagine anche in condizioni di scarsa illuminazione.

Il guadagno del sensore, tuttavia, influisce indistintamente sul segnale utile e sul rumore indesiderato: come si può vedere nella Fig.82, la luminosità dell'immagine aumenta proporzionalmente al guadagno, ma la qualità dell'immagine può diminuire in caso di valori di guadagno elevati a causa del rumore eccessivo.



Figure 82: Immagini a diverso guadagno

6.4.2 Bilanciamento del bianco

La funzione **white balance** consente di regolare la risposta dei tre canali colore (R, G, B) delle telecamere a colori.

In genere i sensori di colore hanno sensibilità diverse per le tre coordinate cromatiche: ciò è dovuto principalmente alla diversa risposta del filtro di Bayer presente sulla parte superiore del sensore di immagine.

Nella Fig.83 (figura a sinistra) è mostrata una caratteristica tipica di un sensore di colore: anche in caso di luce esterna perfettamente uniforme (cioè con spettro piatto), le risposte dei pixel non

sono uniformi (diversi valori medi dei livelli di grigio), quindi i pixel verdi risulteranno più luminosi di quelli rossi e blu.

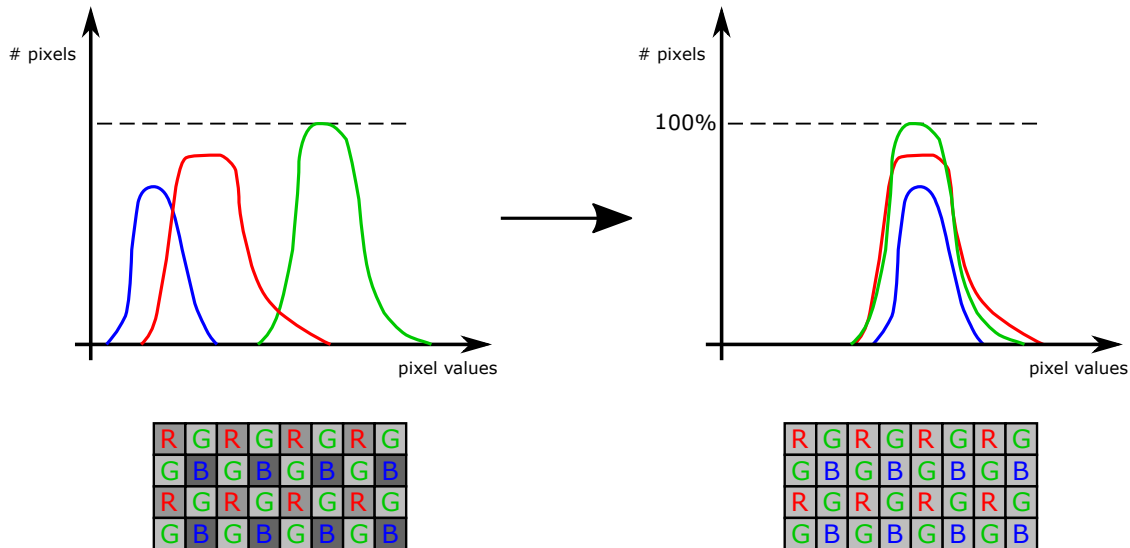


Figure 83: A sinistra, l'istogramma di una tipica sensibilità spettrale di un sensore a colori. A destra, l'istogramma di una fotocamera con bilanciamento del bianco.

Per risolvere questa disomogeneità è possibile applicare un fattore di scala ai tre canali di colore:

$$R_{out} = K_{red} * R_{in} \quad (3)$$

$$G_{out} = K_{green} * G_{in} \quad (4)$$

$$B_{out} = K_{blue} * B_{in} \quad (5)$$

Per semplificare ulteriormente questa operazione è possibile mantenere costante un canale di colore (tipicamente il verde, poiché è il colore dominante delle piastrelle Bayer). Il coefficiente di bilanciamento del bianco per i canali rosso e blu può quindi essere scritto come:

$$R_{out} = K_{red} * R_{in} \quad (6)$$

$$G_{out} = G_{in} \quad (7)$$

$$B_{out} = K_{blue} * B_{in} \quad (8)$$

dove:

$$K_{red} = G_{in}/R_{in} \quad (9)$$

$$K_{blue} = G_{in}/B_{in} \quad (10)$$

Come nelle ultime equazioni, **BalanceRatio** permette di impostare i coefficienti K_{red} e K_{blue} mentre K_{green} è fissato a 1.

L'effetto della procedura di bilanciamento del bianco è rappresentato nella Fig.83 (figura a destra): i tre canali sono equalizzati e mostrano lo stesso livello medio di grigio.

Le telecamere Itala offrono la possibilità di bilanciare automaticamente le tre coordinate di colore: per farlo, è necessario abilitare la funzione **BalanceWhiteAuto**.

L'algoritmo BalanceWhiteAuto si basa sull'approssimazione del mondo grigio: la premessa alla base di questo assunto è che in un'immagine a colori ben bilanciata la media di tutti i colori presenti è un grigio neutro.

Di conseguenza, per ottenere un bilanciamento del bianco perfetto, eseguire le seguenti operazioni:

- Avviare un'acquisizione free-run;
- Assicurarsi di inserire un campione uniforme (ad esempio uno sfondo bianco neutro) che copra tutta la ROI (regione di interesse) dell'immagine;
- Abilitare il BalanceWhiteAuto (*Continuous mode* o *Once mode*);
- In caso di bilanciamento automatico del bianco *Continuous mode*, dopo aver eseguito la correzione, disattivare BalanceWhiteAuto;
- Rimuovere lo sfondo neutro uniforme;
- La fotocamera è ora bilanciata e pronta per essere utilizzata.

Un esempio di procedura di bilanciamento automatico del bianco è mostrato nella Fig.84: a sinistra viene visualizzata un'immagine non corretta; a destra viene mostrata un'immagine corretta per il bilanciamento del bianco.

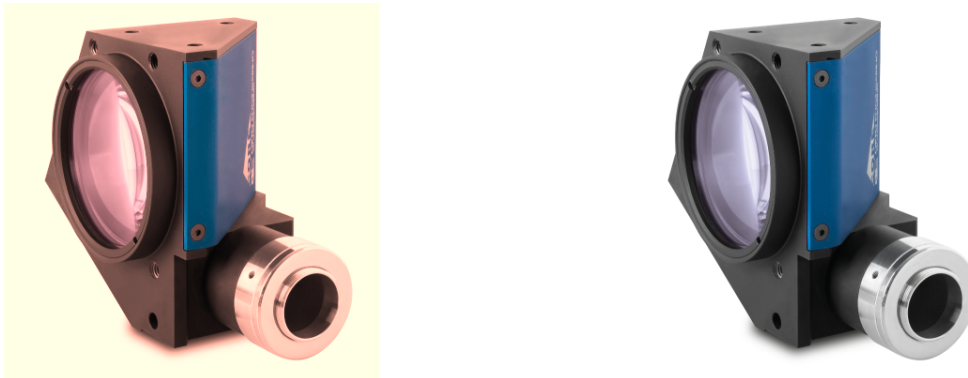


Figure 84: Sul lato sinistro viene visualizzata un'immagine non corretta; sul lato destro viene mostrata un'immagine corretta per il bilanciamento del bianco.

6.4.3 Gamma correction

La correzione gamma è un'operazione non lineare che segue la formula 11:

$$V_{out} = V_{in}^{\gamma} \quad (11)$$

dove V_{out} è il livello di grigio del pixel n dopo la correzione gamma, V_{in} è il livello di grigio del pixel n e γ è il coefficiente utilizzato per la trasformazione non lineare, impostato con la funzione **Gamma**.

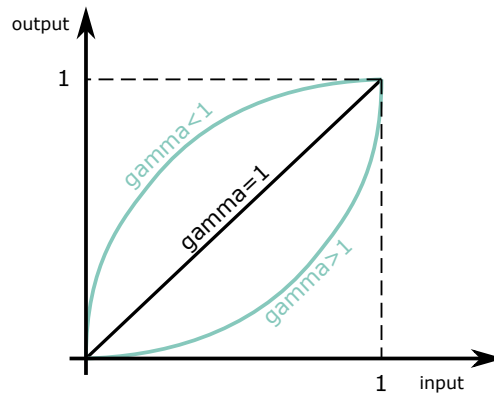


Figure 85: Curve di correzione gamma per $\gamma = 1$, $\gamma < 1$ e $\gamma > 1$. Gli assi X e Y sono normalizzati.

Questa operazione è chiaramente mostrata nella Fig.85: mentre i pixel "neri" e "bianchi" rimangono invariati dopo la correzione, i diversi pixel grigi vengono rimappati su una curva non lineare, che esalta le caratteristiche scure o chiare, a seconda del valore γ .

Nella Fig. 86 è mostrato un esempio di applicazione della correzione gamma.

Un $\gamma < 1$ espande la gamma di valori delle regioni scure e comprime quelle chiare, quindi è utile quando si osservano caratteristiche nelle parti scure dell'immagine. Viceversa, un $\gamma > 1$ comprime la gamma di valori delle regioni scure ed espande quelle chiare, quindi è utile quando si osservano caratteristiche nelle parti chiare dell'immagine.

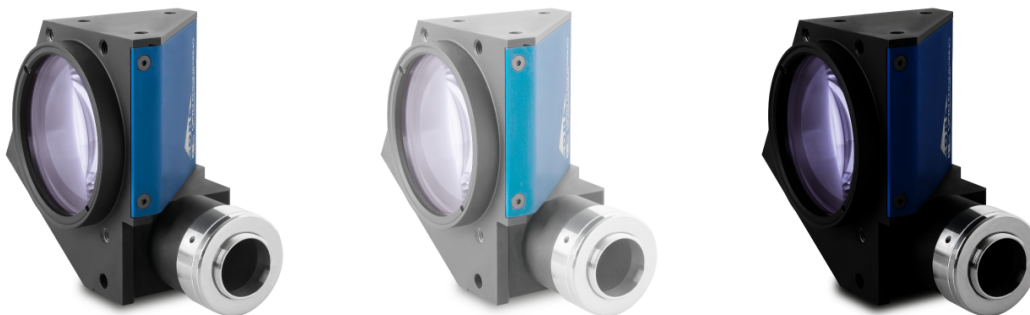


Figure 86: Immagini scattate con valori γ diversi: a sinistra $\gamma = 1$, al centro $\gamma < 1$ e a destra $\gamma > 1$

Si noti che la correzione gamma non può essere utilizzata se la funzione LUT è abilitata (vedere la sezione 6.6.1).

6.4.4 Black level

BlackLevel è un valore di offset, espresso in livelli di grigio, che può essere aggiunto a tutti i pixel dell'immagine.

L'aggiunta di un valore black level a un'immagine ha l'effetto di spostare l'istogramma dei pixel verso il livello di saturazione (come illustrato nella figura 87).

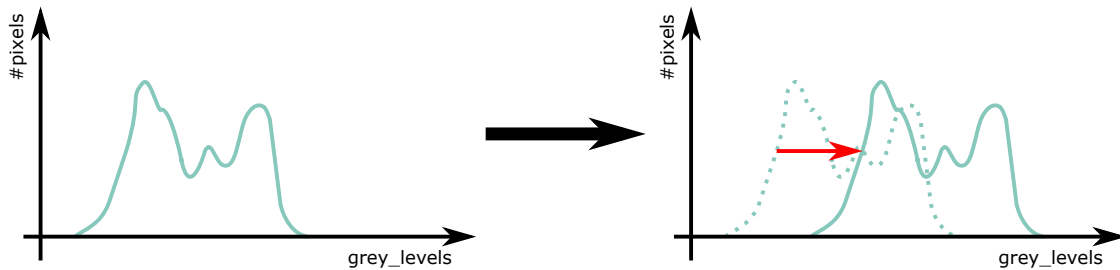


Figure 87: Il black level sposta l'istogramma dei pixel verso valori più alti.

6.5 OE Auto Functions Control

Questa sezione comprende tutte le funzioni relative all'esposizione automatica e al controllo automatico del guadagno.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
oeAutoTargetBrightness	Livello di luminosità desiderato (in %) dell'immagine utilizzato dalle funzioni di guadagno automatico e di esposizione automatica.	Integer	RW
oeResultingBrightness	Livello di luminosità effettivo (in %) dell'immagine	Integer	R
oeAutoDampingFactor	Valore di controllo (in %) utilizzato dalle funzioni di guadagno automatico e di esposizione automatica per ridurre le oscillazioni dell'algoritmo.	Integer	RW

oeAutoConfidence	Isteresi intorno al valore target utilizzato dalle funzioni di guadagno automatico ed esposizione automatica. Valori maggiori migliorano la stabilità dell'immagine ma aumentano l'errore di luminosità.	Integer	RW
oeAutoAOIWidth	Larghezza dell'area utilizzata per i calcoli delle funzioni automatiche (in pixel)	Integer	RW
oeAutoAOIHeight	Altezza dell'area utilizzata per i calcoli delle funzioni automatiche (in pixel)	Integer	RW
oeAutoAOIOffsetX	Spostamento orizzontale dall'origine all'area utilizzata per i calcoli delle funzioni automatiche (in pixel)	Integer	RW
oeAutoAOIOffsetY	Spostamento verticale dall'origine all'area utilizzata per i calcoli delle funzioni automatiche (in pixel)	Integer	RW

Table 24: OE Auto Functions Control Caratteristiche

6.5.1 OE AutoAOI

ExposureAuto e **GainAuto** possono operare sia sull'immagine a pieno formato che su un'immagine Area of Interest (AOI). dedicata.

Nel primo caso, le autofunzioni sono calcolate sull'intero fotogramma attivo, cioè sulla regione definita dai parametri **Width** e **Height**.

Nel secondo caso, la regione di acquisizione e la regione di autofunzione possono essere disaccoppiate, come mostrato nella Figura 88. L'area grigia rappresenta tutti i pixel attivi trasmessi dal dispositivo, mentre l'area blu definisce la regione utilizzata per i calcoli **ExposureAuto** e **GainAuto**.

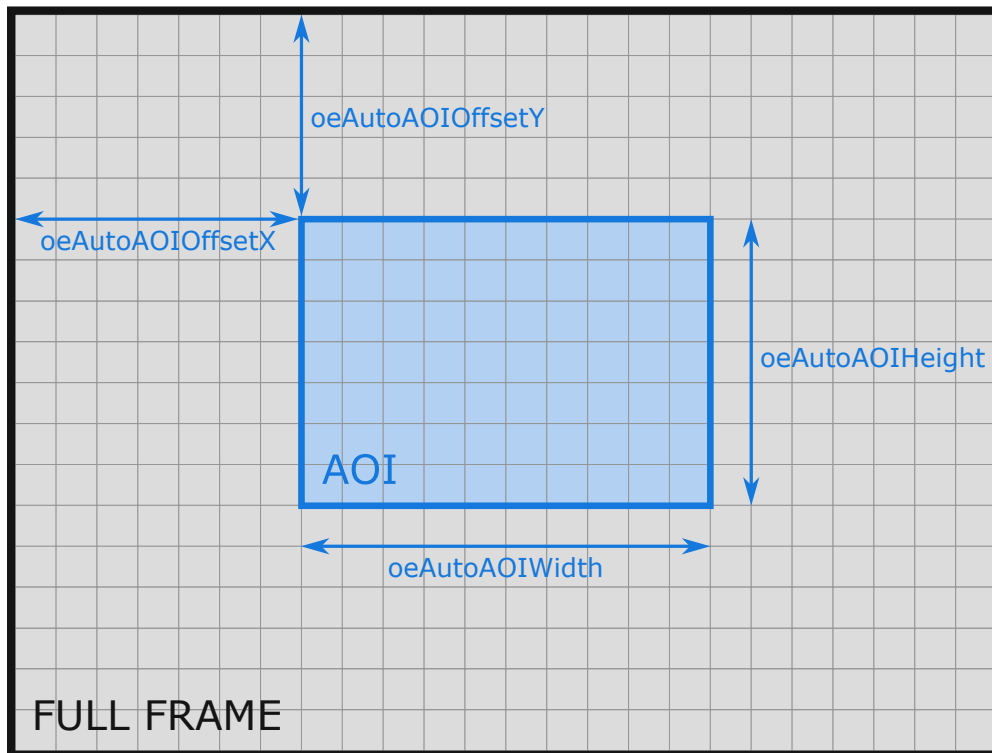


Figure 88: L'area grigia comprende tutti i pixel attivi trasmessi durante l'acquisizione. La regione blu definisce l'area utilizzata per il calcolo di AutoExposure/AutoGain; i pixel al di fuori di quest'area (regione grigia) vengono ignorati dalle funzioni automatiche.

L'AOI per le funzioni automatiche può essere configurato nella categoria **oeAutoFunctionControl**. Con riferimento alla Figura 88, sono disponibili i seguenti nodi:

- **oeAutoAOIWidth**: larghezza (in pixel) della regione su cui operano le autofunzioni.
- **oeAutoAOIHeight**: altezza (in pixel) della regione su cui operano le autofunzioni.
- **oeAutoAOIOffsetX**: spostamento orizzontale (in pixel) della regione su cui operano le autofunzioni.
- **oeAutoAOIOffsetY**: spostamento verticale (in pixel) della regione su cui operano le autofunzioni.

Inoltre, quando è configurato un ROI ridotto (ad esempio, per limitare l'area del sensore e ridurre le dimensioni del carico utile), è possibile definire un AOI separato per AutoExposure/AutoGain, come illustrato nella Figura 89.

Nella Figura 89, l'AOI (blu) definisce la regione utilizzata per il calcolo di AutoExposure/AutoGain, il ROI (rosso) definisce l'area dei pixel attivi trasmessi dal dispositivo, mentre i pixel rimanenti (grigi) sono esclusi sia dall'acquisizione che dall'elaborazione della funzione automatica.

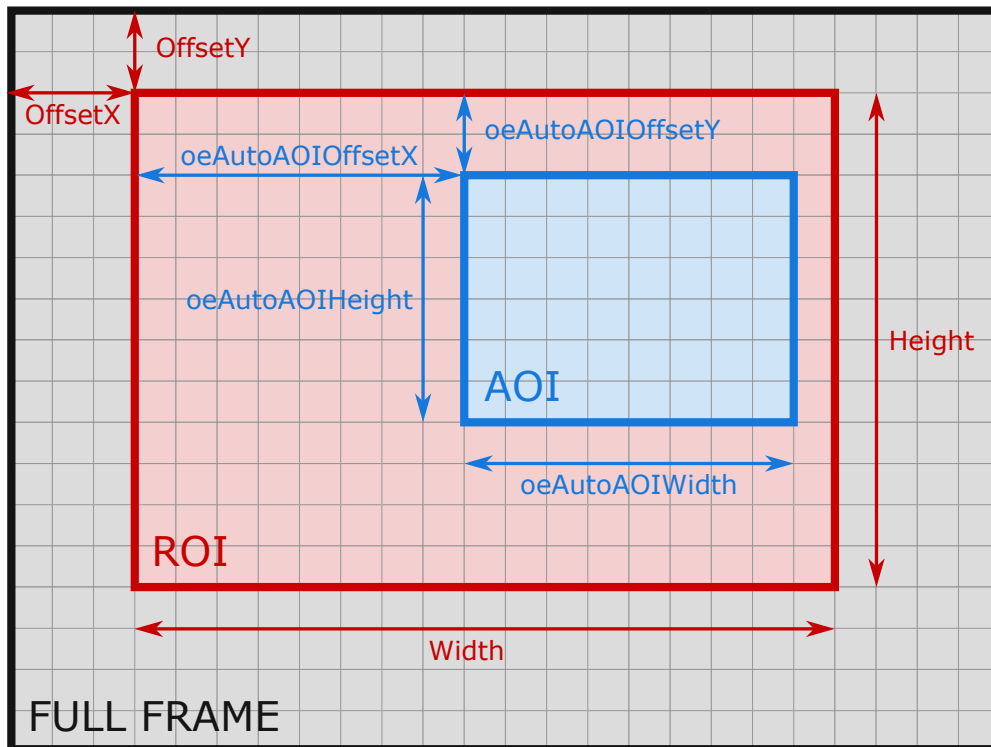


Figure 89: L'AOI (blu) definisce la regione per il calcolo di AutoExposure/AutoGain; la ROI (rossa) definisce l'area di acquisizione attiva; tutti i pixel grigi sono ignorati per entrambe le funzioni di acquisizione e autofunzione.

6.5.2 OE Autoexposure/Autogain

Quando non si conosce a priori la quantità di tempo di esposizione necessaria per ottenere un livello di luminosità sufficiente, o quando l'illuminazione del target cambia nel tempo, le funzioni **autoexposure** e **autogain** possono essere utilizzate per ottenere un livello di luminosità stabile anche se le condizioni di luce esterna non sono costanti.

Ad esempio, si consideri la Fig.90: all'inizio dell'acquisizione (cioè la prima cattura), il valore medio dei livelli di grigio dell'immagine è pari a 50. Di solito, una buona esposizione è centrata a metà del fondo scala (circa 127 nel caso di un'immagine a 8 bit), quindi un valore medio del livello di grigio pari a 50% dell'intera dinamica può essere impostato nella funzione **oeAutoTargetBrightness**. Quindi, come si può vedere nella Fig. 90, il valore medio del livello di grigio si regola automaticamente per ottenere la luminosità desiderata di 127.

Per evitare di regolare continuamente il tempo di esposizione, è possibile impostare una certa soglia con la funzione **oeAutoConfidence**: in questo modo l'algoritmo diventa più insensibile alle piccole fluttuazioni di luce esterna e si attiva solo in caso di variazioni consistenti del livello di grigio (vedere Fig.91).

Il comportamento dell'algoritmo autogain/autoexposure può essere regolato attraverso il nodo **oeAutoDampingFactor**: valori bassi di questo parametro danno maggiore stabilità ma una risposta

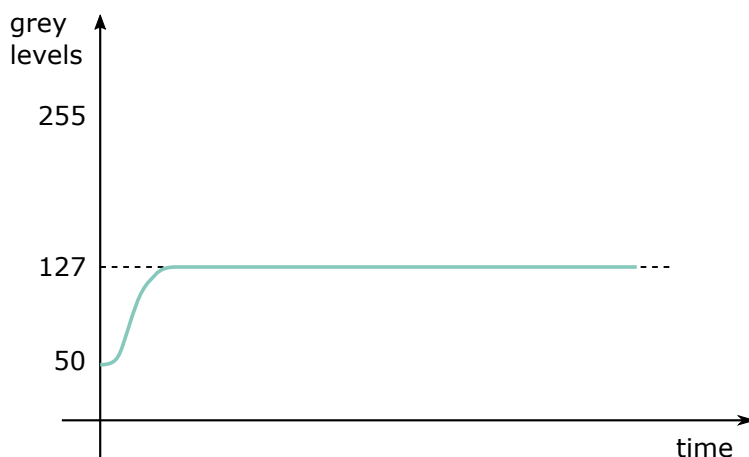


Figure 90: Evoluzione del valore medio del livello di grigio nel tempo quando autoexposure è attivo.

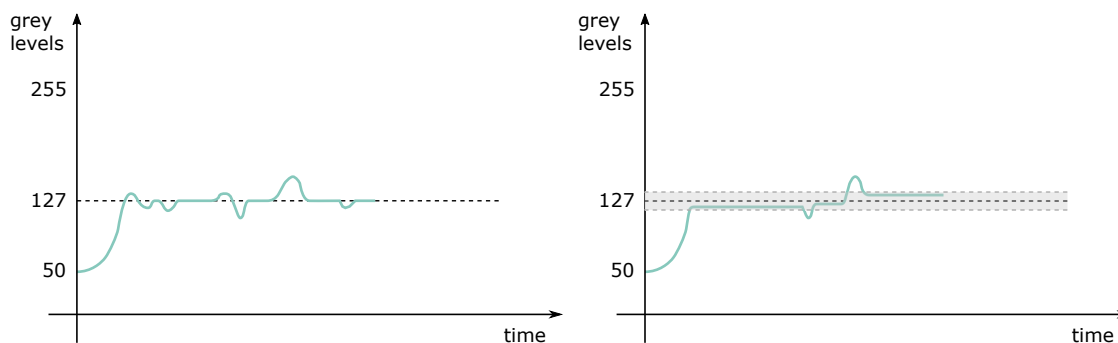


Figure 91: La regolazione continua del tempo di esposizione dovuta alle variazioni della luce esterna (figura a sinistra) può essere rallentata aggiungendo un valore di confidenza intorno alla luminosità del target (figura a destra).

più lenta; al contrario, valori alti possono accelerare l'algoritmo ma possono portare a comportamenti instabili (vedi Fig.92).

Se le condizioni di luce sono scarse, è necessario un lungo tempo di esposizione per ottenere il livello di luminosità desiderato: in alcuni casi, questa situazione può portare a una riduzione indesiderata del frame rate della fotocamera.

Per evitare questa condizione, è possibile impostare un tempo di esposizione minimo e massimo in grado di bloccare e limitare il tempo di esposizione calcolato dall'algoritmo autoexposure (rispettivamente **oeExposureAutoMin** e **oeExposureAutoMax**): ad esempio, come mostrato in Fig.93, nel caso in cui il tempo di esposizione necessario per ottenere la luminosità desiderata sia maggiore del valore **oeExposureAutoMax**, il livello di grigio target non potrà essere raggiunto ma il frame rate risultante non sarà influenzato da un tempo di esposizione eccessivamente lungo.

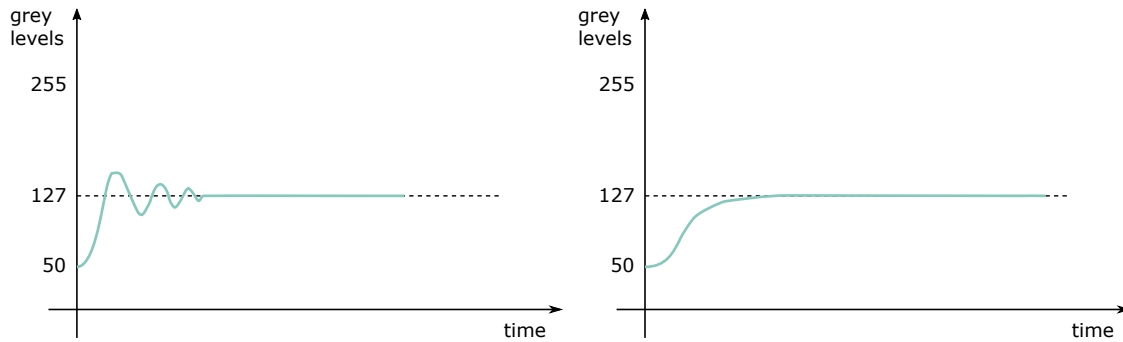


Figure 92: Nel caso di un basso fattore di smorzamento (figura a sinistra) l'algoritmo ha una risposta rapida, ma le oscillazioni possono aumentare; nel caso di un alto fattore di smorzamento (figura a destra) l'algoritmo è stabile ma può richiedere molto tempo per convergere.

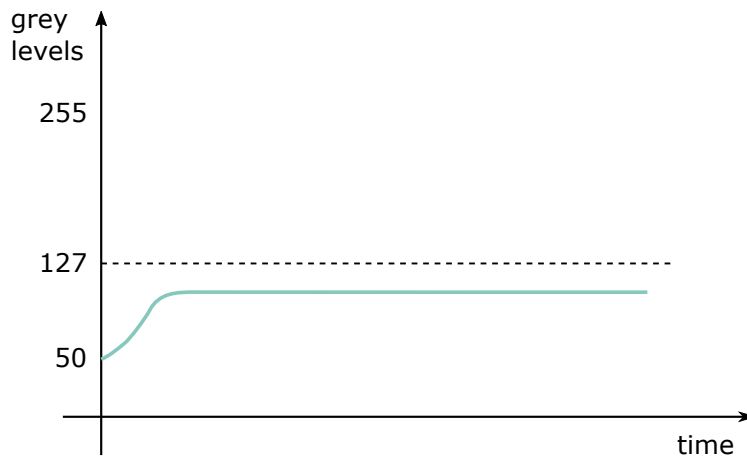


Figure 93: Quando viene impostato un `oeExposureAutoMax`, la luminosità target potrebbe non essere raggiunta, ma si evitano esposizioni lunghe, evitando così la riduzione del frame rate della fotocamera.

6.6 LUT Control

In questo capitolo vengono descritte le funzioni relative a Look-up table (LUT).

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
LUTSelector	Seleziona la LUT da controllare	IEnumeration	RW
LUTEnable	Attiva la LUT selezionata	IBoolean	RW
LUTIndex	Controllo dell'indice (offset) del coefficiente a cui accedere nella LUT selezionata	IInteger	RW

LUTValue	Restituisce il valore all'ingresso LUTIndex della LUT selezionata da LUTSelector.	Integer	RW
----------	---	---------	----

Table 25: LUT Control Caratteristiche

6.6.1 LUT

La funzione **LUT** (Look-up-table) consente all'utente di impostare una trasformazione a livello di pixel: uno specifico livello di grigio all'ingresso della LUT può essere sostituito da un nuovo valore di livello di grigio. Tutti i pixel con lo stesso valore di livello di grigio vengono elaborati allo stesso modo.

Si considerino i grafici mostrati in Fig.94: nel primo grafico non viene applicata alcuna LUT, quindi il livello di grigio in uscita è uguale a quello in entrata (ad esempio, il livello di grigio 127 rimane 127 all'uscita della LUT); nel secondo grafico, viene applicata una soglia binaria: tutti i pixel con valori di livello di grigio inferiori a 127 (nel caso di un'immagine a 8 bit) vengono posti pari a 0 (nero), gli altri vengono posti pari a 255 (bianco).

In Fig.95 sono mostrati i risultati delle due trasformazioni precedenti.

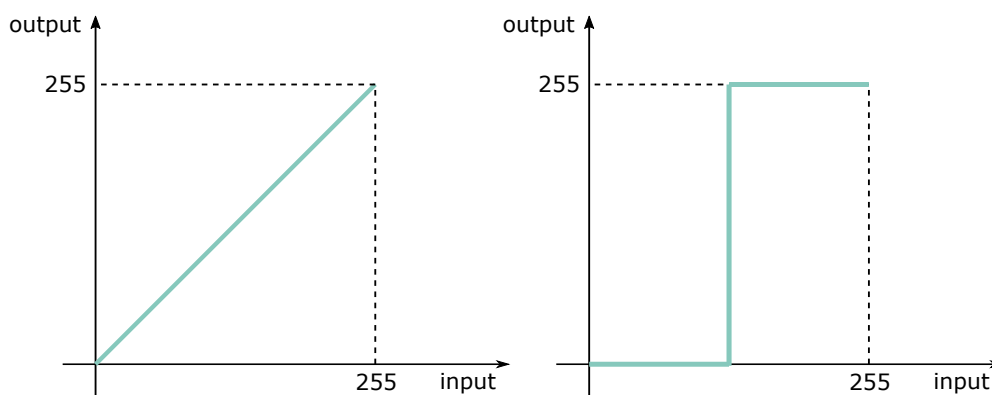


Figure 94: Due tipiche funzioni di trasferimento in-to-out: a sinistra non viene applicata alcuna LUT, a destra viene adottata una soglia binaria.

Si noti che la LUT non può essere utilizzata se la funzione Gamma è abilitata (vedere la sezione 6.4.3).

Per ulteriori informazioni sulla procedura guidata LUT di Itala View, consultare la sezione 4.7.4.

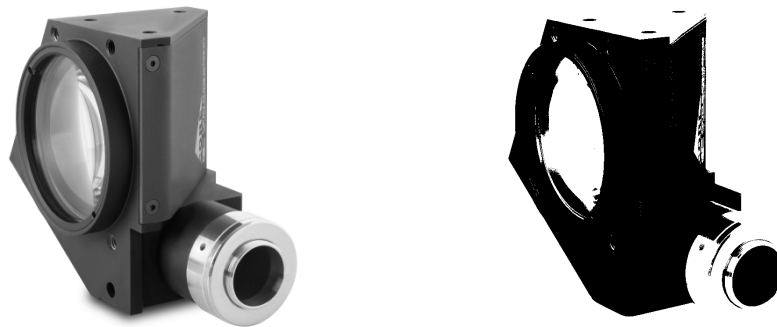


Figure 95: A sinistra non viene applicata alcuna LUT, mentre a destra viene adottata una soglia binaria.

6.7 Color transformation control

La sezione Color Transformation descrive tutte le funzioni relative alle trasformazioni del colore nel dispositivo.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
ColorTransformationSelector	Seleziona il modulo di trasformazione del colore controllato dalle varie funzioni di trasformazione del colore.	IEnumeration	RW
ColorTransformationEnable	Attiva il modulo di trasformazione del colore selezionato	IBoolean	RW
ColorTransformationValueSelector	Seleziona il fattore di guadagno o l'offset della matrice di trasformazione a cui accedere nel modulo di trasformazione del colore selezionato.	IEnumeration	RW
ColorTransformationValue	Rappresenta il valore del fattore di guadagno o dell'offset selezionato all'interno della matrice di trasformazione.	IFloat	RW

Table 26: Color Transformation Control Caratteristiche

6.7.1 Color Correction Matrix (CCM)

Ottenere una buona fedeltà cromatica può essere difficile, perché i colori di un'immagine dipendono dal filtro colore della fotocamera e, soprattutto, dall'illuminazione.

Poiché l'illuminazione è specifica dell'applicazione, a volte è necessario correggere i colori per ot-

tenere una fedeltà cromatica adeguata.

Il **Color Correction Matrix (CCM)** consente di regolare i colori di uscita di un'immagine agendo sui guadagni/offset come segue:

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Gain00 & Gain01 & Gain02 \\ Gain10 & Gain11 & Gain12 \\ Gain20 & Gain21 & Gain22 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Offset_0 \\ Offset_1 \\ Offset_2 \end{bmatrix}$$

dove R' , G' e B' sono le coordinate cromatiche corrette, mentre R , G e B sono quelle non corrette. Guadagni e offset possono essere modificati liberamente dall'utente ma, per ottenere una calibrazione eccellente, è già stata sviluppata una procedura guidata, disponibile in Itala View. Fare riferimento al paragrafo 4.7.6 per vedere i passaggi di questa procedura di calibrazione.

La matrice di correzione del colore viene utilizzata anche per effettuare conversioni tra spazi colore: ad esempio, se si seleziona un formato pixel YUV, la telecamera carica automaticamente i coefficienti giusti per passare dallo spazio colore RGB a quello YUV:

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix}$$

Per la corretta regolazione dei coefficienti CCM, consultare la sezione 4.7.6.

6.7.2 Come eseguire una corretta calibrazione del colore

Per eseguire una corretta calibrazione del colore con le fotocamere Itala, è possibile utilizzare Itala View ed eseguire i seguenti passaggi:

1. Con un'illuminazione adeguata, selezionare la scheda *Horizontal line profile* (pannello centrale inferiore) e tracciare una ROI che includa solo i valori in scala di grigi nella parte inferiore del color checker (Figura 96).
2. Ciascuna casella in scala di grigi dell'immagine visualizzata deve corrispondere al valore di riferimento imposto dal verificatore del colore.
È quindi necessario aggiungere i valori *ExposureTime* e *Gamma* per ottenere questa corrispondenza perfetta (Figura 97). Per ora consideriamo solo il canale verde (i valori attuali dei pixel sono visualizzati in basso a destra nel pannello di visualizzazione dell'immagine).
3. Dopo aver regolato correttamente il canale verde, utilizzare le funzioni *BalanceRatioSelector* e *BalanceRatio* per eseguire la stessa operazione per i canali dei colori rosso e blu.
Evitare la funzione *Balance white auto* per questo passaggio e tenere monitorata la scheda *Horizontal line profile*. Quando le curve R, G e B sono sovrapposte, il bilanciamento del bianco è ottimale (Figura 98).
4. Ora la calibrazione del colore può essere eseguita utilizzando l'apposita procedura guidata nel pannello *Tool* del Itala View: le istruzioni per il corretto utilizzo del *Color Correction Wizard* sono riportate nel paragrafo 4.7.6 (Figura 99).
Una volta completata la calibrazione, il risultato sarà simile a quello illustrato nella Figura 100.

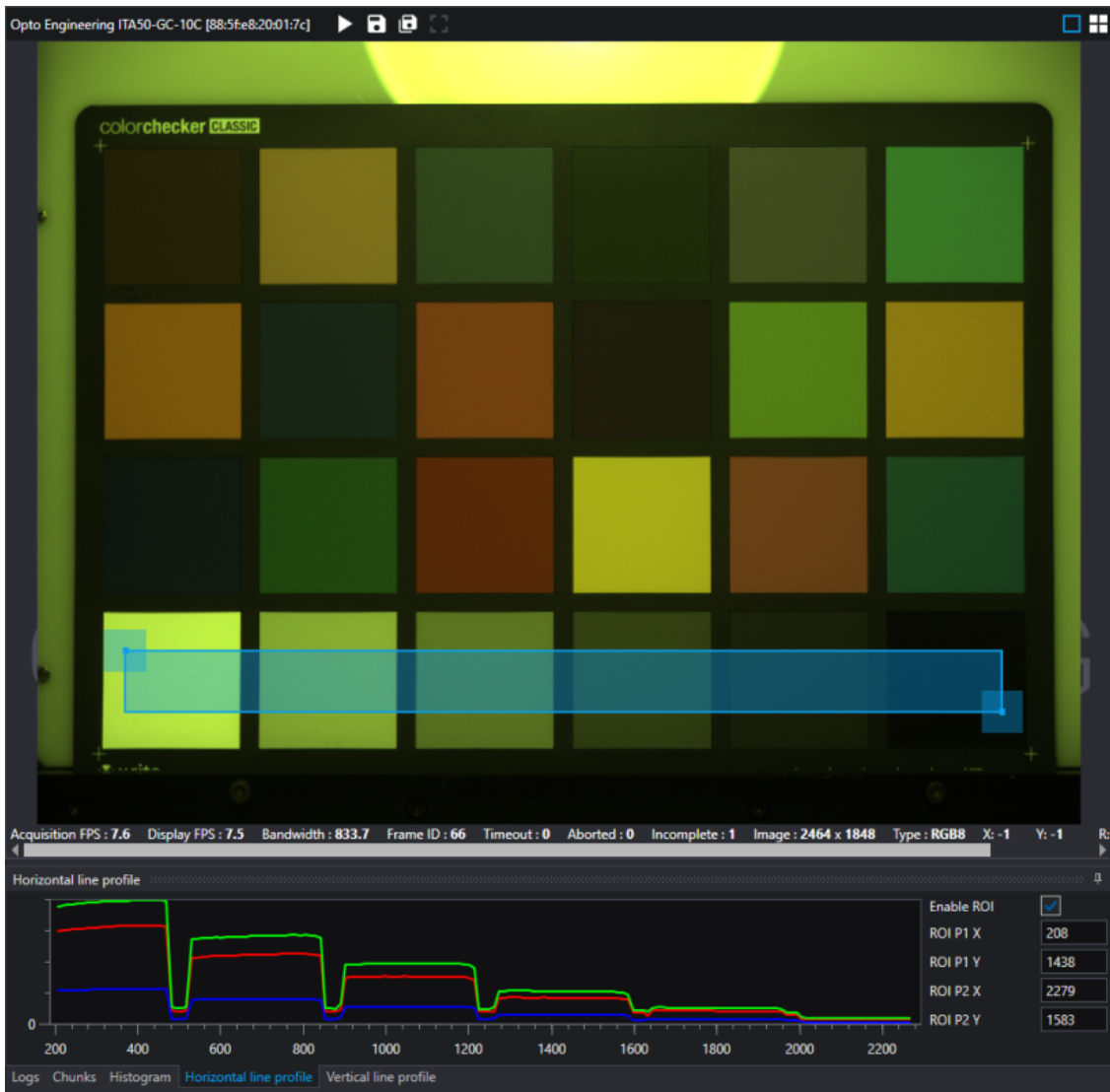


Figure 96: Prime fasi della procedura di calibrazione del colore: impostazione di una ROI corretta (che includa solo le tessere in scala di grigi del color checker) e visualizzazione dei risultati sul profilatore di linee orizzontali.

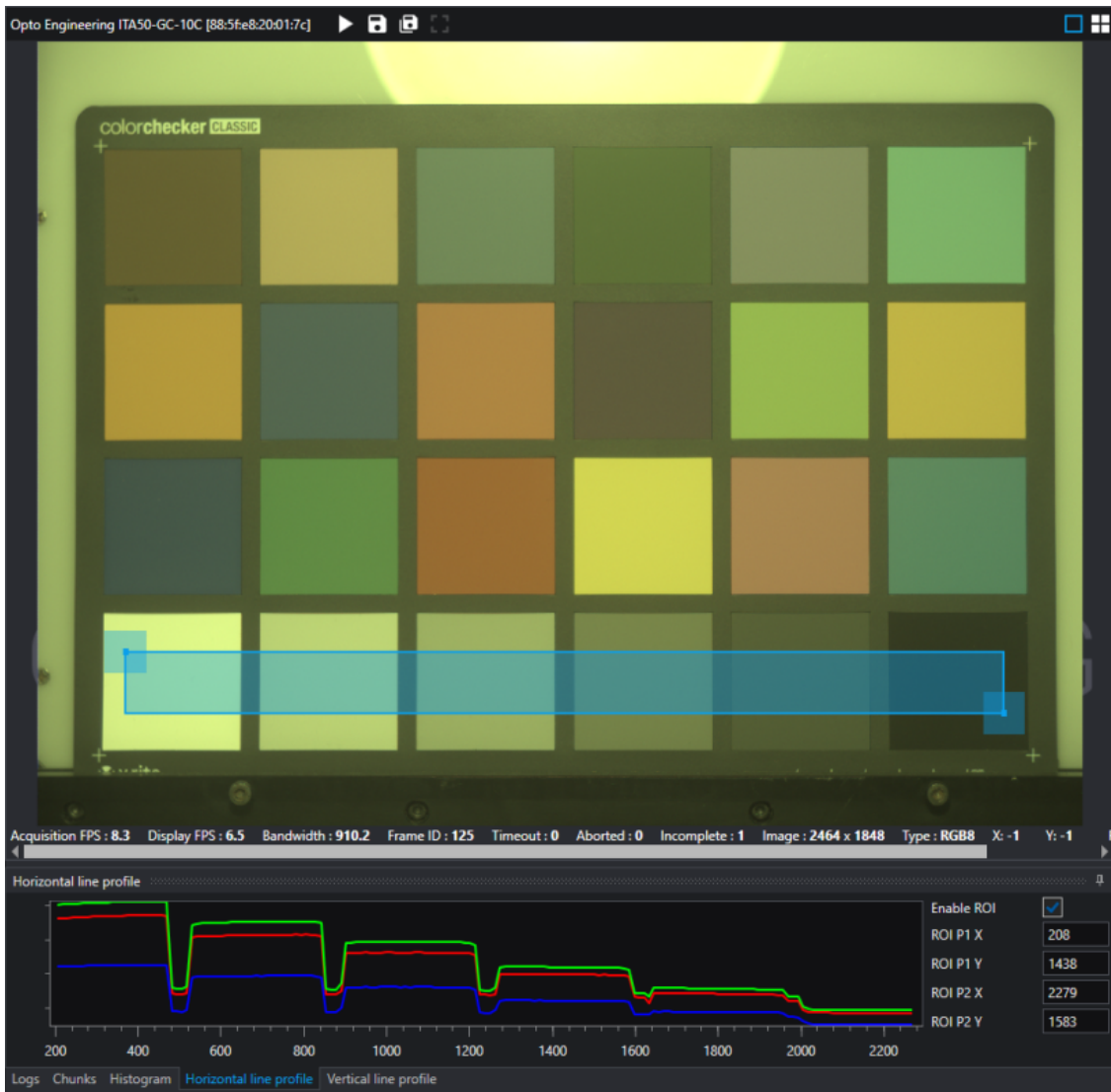


Figure 97: Seconda fase della procedura di calibrazione del colore: Regolazione di *Exposure Time* e *Gamma* in modo che il canale verde corrisponda al valore imposto dal color checker.

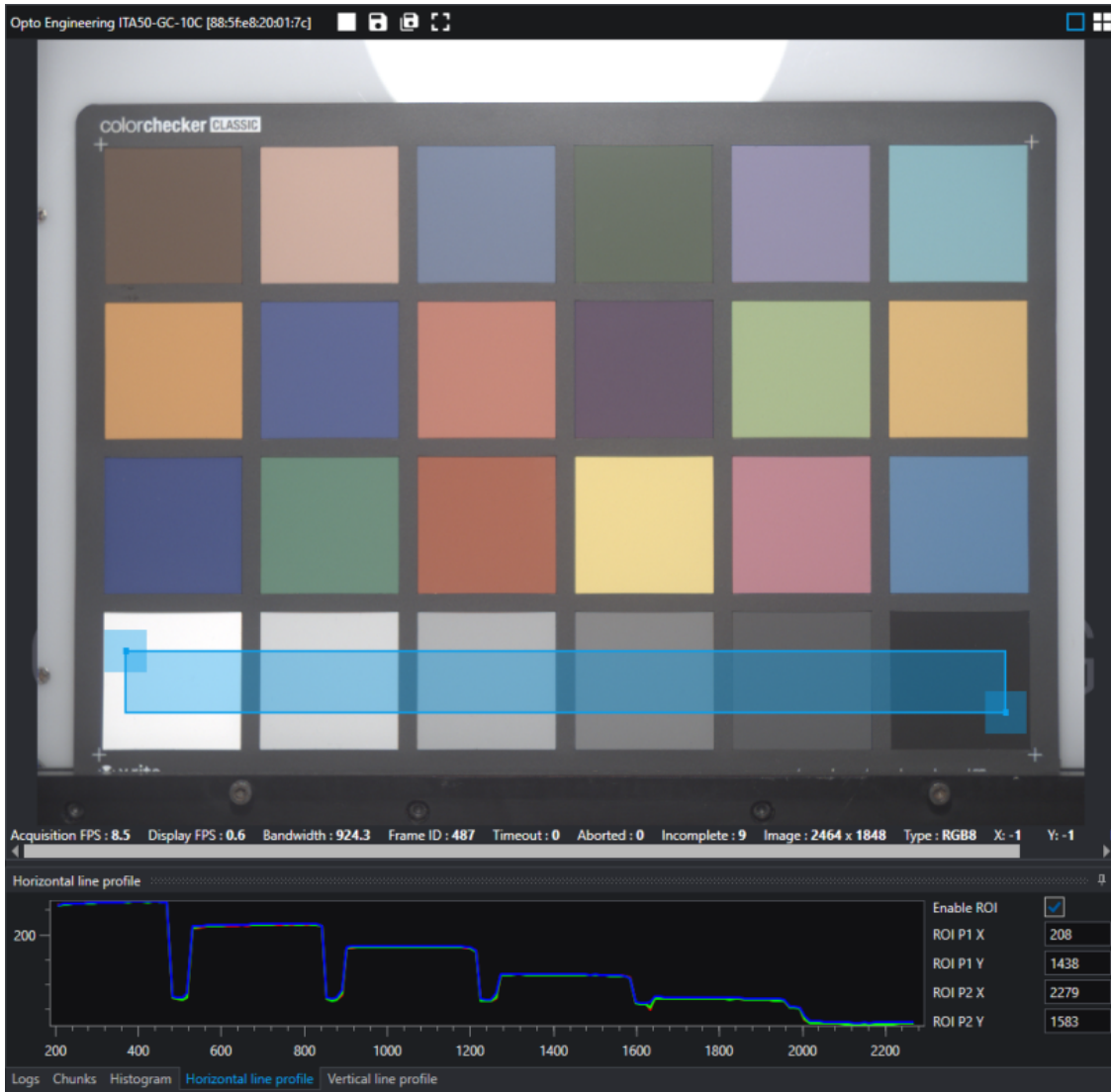


Figure 98: Terzo passo della procedura di calibrazione del colore: utilizzando la funzione *BalanceRatio*, regolare i canali rosso e blu in modo da avere tutte e tre le curve di colore sovrapposte nella scheda del profilo della linea orizzontale.

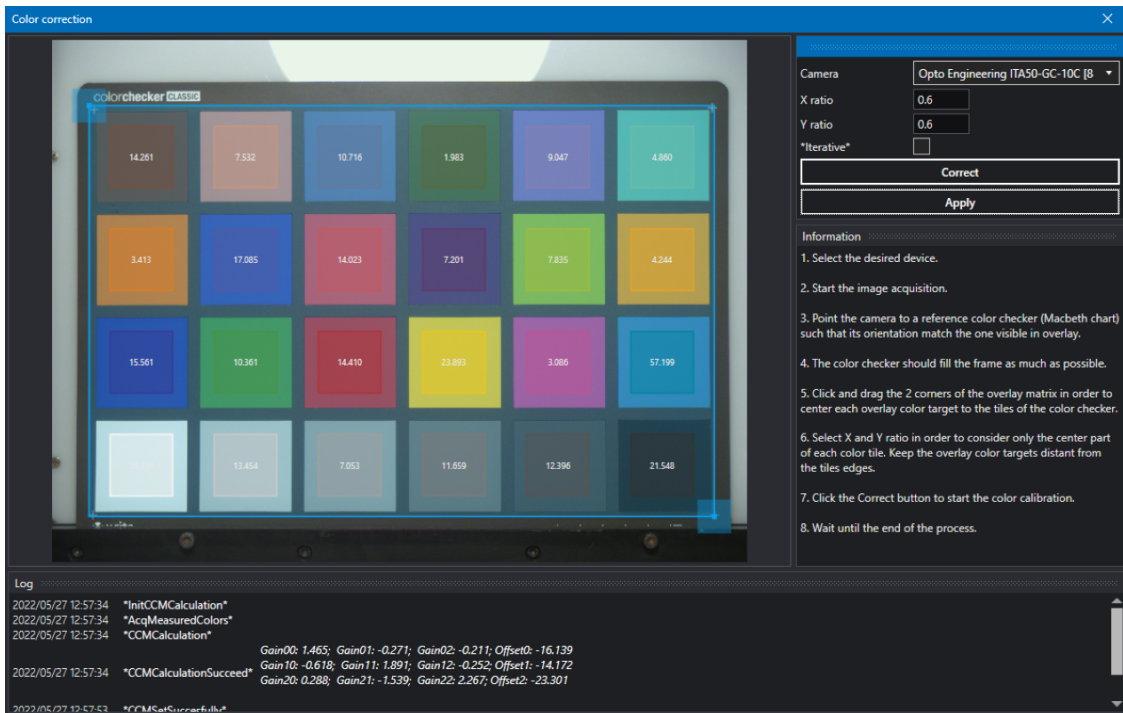


Figure 99: Quarto passo della procedura di calibrazione del colore: utilizzando il *Color Correction Wizard* di Itala View, eseguire la calibrazione del colore seguendo i suggerimenti della procedura guidata.

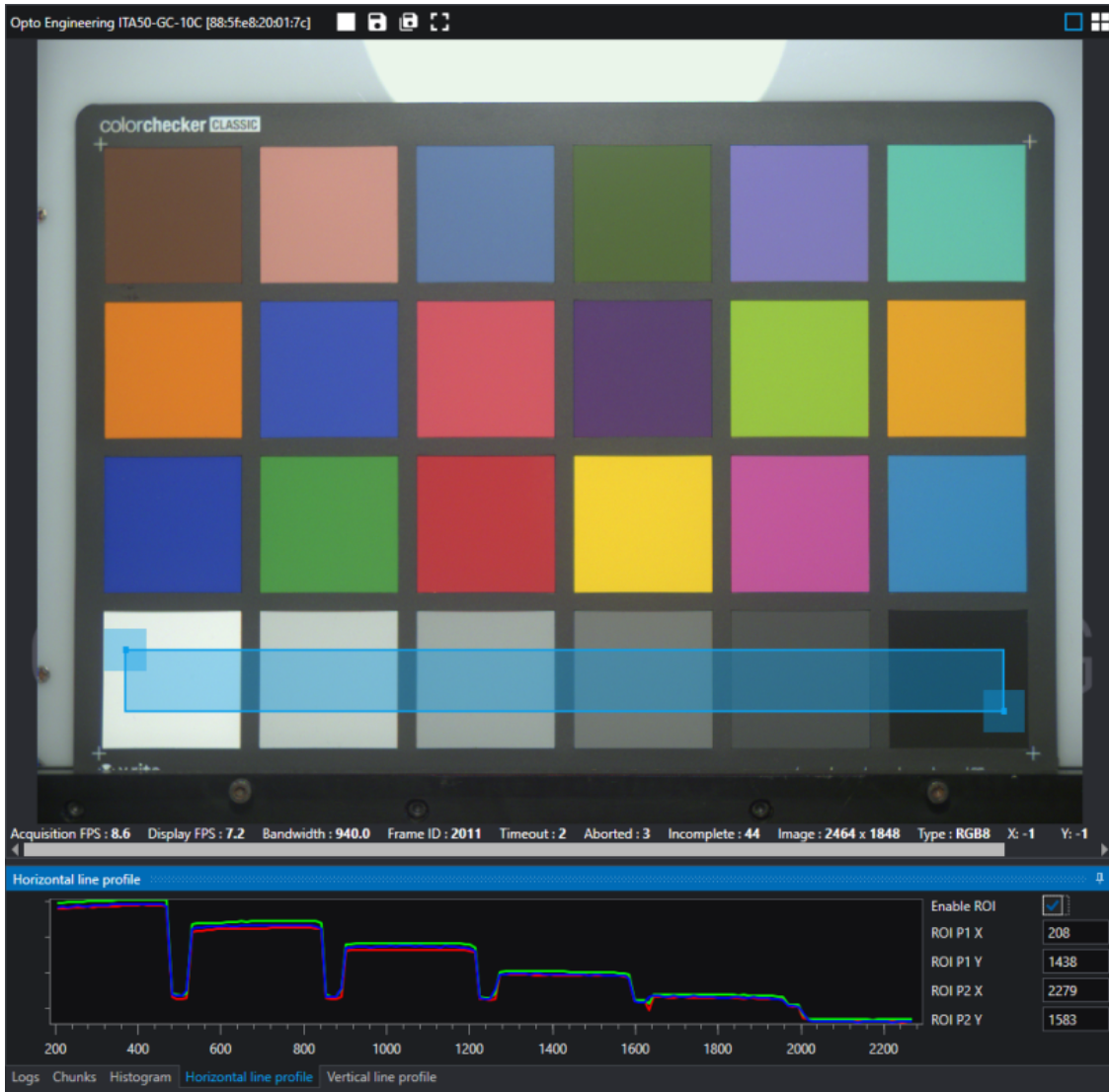


Figure 100: Controllore del colore dopo la procedura di calibrazione del colore.

6.8 Digital I/O Control

Il capitolo Digital I/O tratta le funzioni necessarie per controllare i segnali di ingresso e di uscita generali del dispositivo. Questi includono segnali di controllo di ingresso e di uscita per l'attivazione di timer, contatori e anche segnali statici come i bit di ingresso o di uscita configurabili dall'utente.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
LineSelector	Seleziona la linea fisica (o il pin) del connettore del dispositivo esterno o la linea virtuale del livello di trasporto da configurare.	IEnumeration	RW
LineMode	Controlla se la linea fisica viene utilizzata per l'ingresso o l'uscita di un segnale.	IEnumeration	RW
LineInverter	Controlla l'inversione del segnale della linea di ingresso o di uscita selezionata.	IBoolean	RW
LineStatus	Restituisce lo stato attuale dell'ingresso o dell'uscita selezionata Linea	IBoolean	R
LineStatusAll	Restituisce lo stato attuale di tutti i segnali di linea disponibili al momento del polling in un singolo campo di bit.	IInteger	R
LineSource	Seleziona il segnale di acquisizione interna o di sorgente I/O da emettere sulla linea selezionata.	IEnumeration	RW
oeDebounceEnable	Abilitare il circuito di debounce in ingresso. Ciò consente di filtrare il segnale di ingresso e di ignorare le commutazioni spurie.	IBoolean	RW
oeDebounceAmount	Quantità di tempo per cui il segnale di ingresso deve rimanere costante per essere riconosciuto come ingresso valido	IFloat	RW
oePulseGeneratorEnable	Sovrascrivere il segnale di uscita con un impulso generato sul fronte di salita del segnale specificato da LineSource	IBoolean	RW

oePulseGeneratorPeriod	Imposta la durata dell'impulso del segnale di uscita	IFloat	RW
UserOutputSelector	Seleziona il bit del registro User Output che verrà impostato da UserOutputValue.	IEnumeration	RW
UserOutputValue	Imposta il valore del bit selezionato da UserOutputSelector	IBoolean	RW
UserOutputValueAll	Imposta il valore di tutti i bit del registro User Output	IInteger	RW
UserOutputValueAllMask	Imposta la maschera di scrittura da applicare al valore specificato da UserOutputValueAll prima di scriverlo nel registro User Output	IInteger	RW

Table 27: Digital I/O Control Caratteristiche

6.8.1 Input Stage

Il blocco I/O digitale comprende uno stadio di elaborazione integrato per i segnali di trigger in ingresso e le uscite di sincronizzazione.

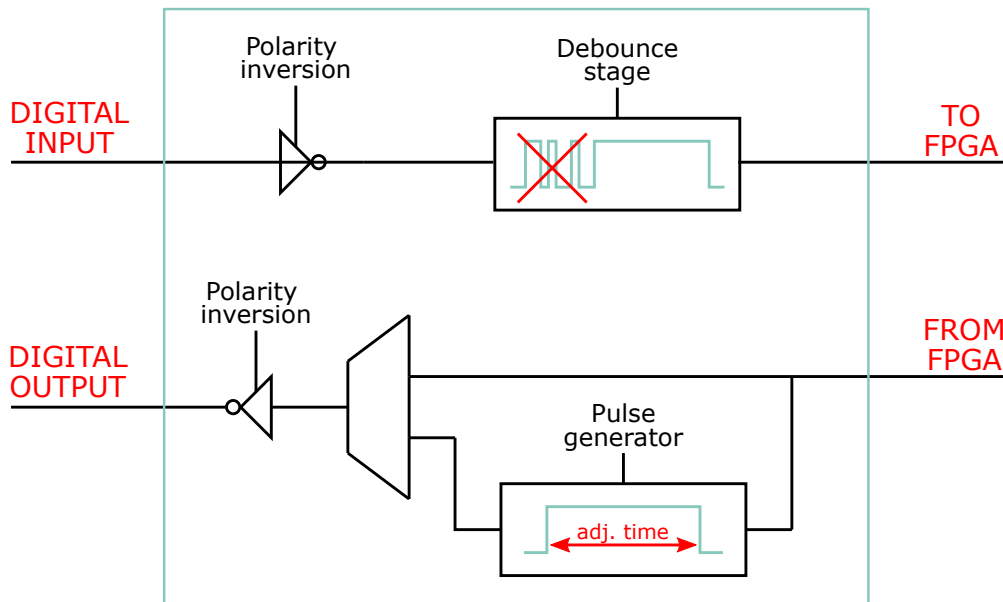


Figure 101: Rappresentazione dello stadio I/O digitale.

La funzione **LineInverter** deve essere attivata quando il trigger di ingresso funziona con una logica *attivo-basso*, ossia quando deve essere rilevato un fronte di discesa. Questa funzione si applica anche alle uscite di sincronizzazione.

6.8.2 Debouncer

Il debouncer è una funzione progettata per sopprimere i disturbi, i picchi e le oscillazioni sui segnali di trigger in ingresso.

È tipicamente utilizzato nei sistemi in cui tali disturbi possono causare eventi di attivazione non intenzionali.

La Figura 102 illustra il principio di funzionamento della logica di debouncer.

Gli impulsi di ingresso più corti di $T_{DEBOUNCE}$ (esposti come **oeDebounceAmount** nell'albero di GenlCam) sono classificati come spuri e quindi respinti, mentre gli impulsi che superano questa durata sono considerati validi.

Naturalmente, questa fase introduce un ritardo di elaborazione intrinseco, poiché deve trascorrere un intervallo di tempo pari a **oeDebounceAmount** prima di determinare se un impulso in ingresso è autentico o meno.

NOTA: Per abilitare il debouncer, la funzione booleana **oeDebounceEnable** deve essere impostata su ON.

NOTA: Un periodo di debounce intrinseco predefinito di $1 \mu s$ è sempre presente per sopprimere le oscillazioni ad alta frequenza sugli ingressi optoisolati.

Inoltre, è possibile attivare un meccanismo di protezione aggiuntivo per aumentare ulteriormente la robustezza del trigger di ingresso rispetto a disturbi e rumori.

Quando la funzione **oeDeglitchEnable** è attivata, il circuito di deglitch in ingresso filtra gli impulsi negativi in uscita la cui durata è inferiore a **oeDebounceAmount**. Lo stadio di deglitch funziona solo quando il debouncer (**oeDebounceEnable**) è abilitato.

La figura 103 mostra il principio di funzionamento della logica di deglutizione.

NOTA: Il periodo di deglitch corrisponde sempre al periodo di debounce.

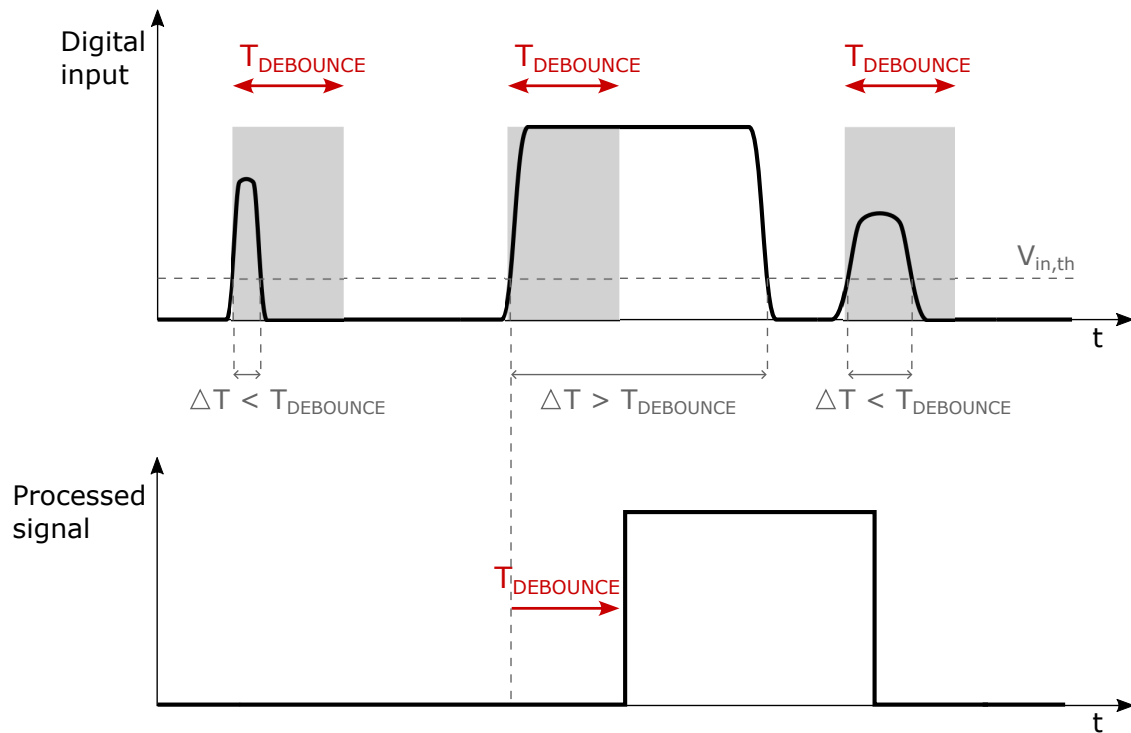


Figure 102: Principio di funzionamento del debouncer. Gli impulsi più brevi di `oeDebounceAmount` vengono respinti come picchi indesiderati, mentre quelli più lunghi vengono accettati come segnali di trigger validi.

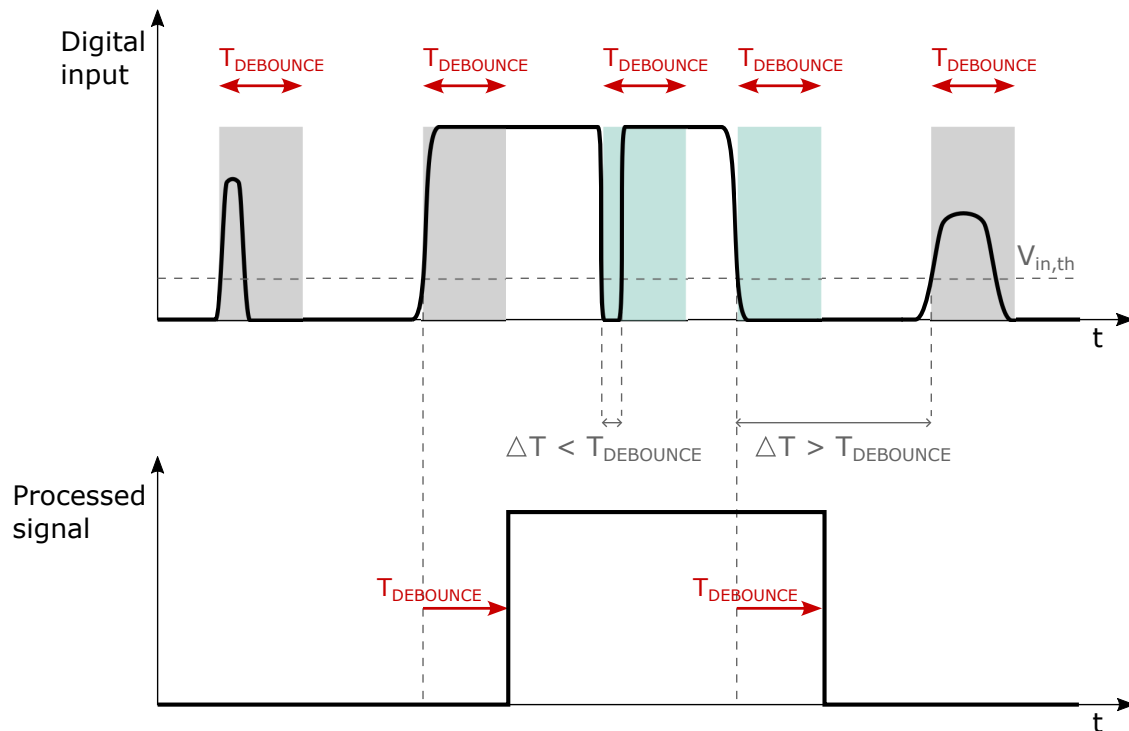


Figure 103: Principio di funzionamento del Deglitcher. Gli impulsi di ingresso negativi inferiori a `oeDebounceAmount` vengono rifiutati, in quanto considerati glitch indesiderati. Quando lo stato logico BASSO persiste per una durata superiore a `oeDebounceAmount`, il fronte di discesa viene considerato valido e il segnale elaborato passa di conseguenza a BASSO.

6.8.3 Output stage

Il segnale di sincronizzazione in uscita può essere scelto tra un impulso generato internamente che si attiva quando le condizioni sono soddisfatte (ad esempio TimerEnd, CounterEnd, EncoderOut, ...) e un generatore di impulsi dedicato: il vantaggio di utilizzare il secondo approccio consiste nella possibilità di scegliere la durata dell'impulso, mentre nel primo caso i segnali generati possono durare solo un periodo di clock e possono essere troppo veloci per essere rilevati dal dispositivo slave.

La funzione **oePulseGeneratorEnable** consente di attivare il generatore di impulsi quando è soddisfatta la condizione **LineSource**, mentre la funzione **oePulseGeneratorPeriod** ne imposta il tempo di accensione.

6.9 Counter and Timer Control

Questa sezione elenca tutte le funzioni relative al controllo e al monitoraggio di contatori e timer.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
CounterSelector	Seleziona il contatore da configurare	IEnumeration	RW
CounterEventSource	Selezionare gli eventi che saranno la fonte per incrementare il contatore	IEnumeration	RW
CounterResetSource	Seleziona i segnali che saranno la fonte per l'azzeramento del contatore.	IEnumeration	RW
CounterDuration	Imposta la durata (o il numero di eventi) prima che venga generato l'evento CounterEnd.	IInteger	RW
CounterValue	Legge o scrive il valore corrente del contatore selezionato.	IInteger	RW
CounterReset	Esegue un reset software del contatore selezionato e lo avvia	ICommand	RW
TimerSelector	Seleziona il timer da configurare	IEnumeration	RW
TimerTriggerSource	Seleziona la sorgente dell'attivazione per avviare il timer.	IEnumeration	RW
TimerDuration	Imposta la durata (in microsecondi) dell'impulso del timer.	IFloat	RW
TimerDelay	Imposta la durata (in microsecondi) del ritardo da applicare alla ricezione di un'attivazione prima di avviare il timer.	IFloat	RW
TimerValue	Legge o scrive il valore corrente (in microsecondi) del timer selezionato.	IFloat	RW
TimerReset	Esegue un reset software del timer selezionato e lo avvia.	ICommand	RW

Table 28: Counter and Timer Control Caratteristiche

6.10 Encoder Control

Questa sezione elenca tutte le funzioni per il controllo e il monitoraggio degli encoder di quadratura. Gli encoder di quadratura sono noti anche come encoder incrementali, rotativi e ad albero.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EncoderSelector	Seleziona l'encoder da configurare	IEnumeration	RW
EncoderSourceA	Seleziona il segnale che sarà la sorgente dell'ingresso A dell'encoder.	IEnumeration	RW
EncoderSourceB	Seleziona il segnale che sarà la sorgente dell'ingresso B dell'encoder.	IEnumeration	RW
EncoderMode	Seleziona se il conteggio dell'encoder utilizza la modalità FourPhase con filtraggio del jitter o la modalità HighResolution senza filtraggio del jitter.	IEnumeration	RW
EncoderDivider	Imposta il numero di incrementi/decrementi dell'encoder necessari per generare un segnale a impulsi di uscita dell'encoder.	IInteger	RW
EncoderOutputMode	Seleziona le condizioni affinché l'interfaccia encoder generi un segnale di uscita encoder valido.	IEnumeration	RW
EncoderValue	Legge o scrive il valore corrente del contatore di posizione dell'encoder selezionato.	IInteger	RW
EncoderResetSource	Seleziona i segnali che saranno la fonte per l'azzeramento dell'encoder.	IEnumeration	RW
EncoderReset	Esegue un reset software dell'encoder selezionato e lo avvia.	ICommand	RW

Table 29: Encoder Control Caratteristiche

6.10.1 Encoder interface

Itala può essere utilizzato per monitorare gli encoder incrementali.

I pin A-B degli encoder di quadratura possono essere collegati ai pin di ingresso optoisolati delle telecamere Itala.

Le specifiche elettriche sono elencate nella Tabella 7 e nella Tabella 5.1.

La frequenza massima di ingresso dell'interfaccia encoder Itala è di circa 30KHz.

Ciò è dovuto principalmente ai tempi di risposta dei circuiti optoisolati.

NOTA: Se la frequenza di ingresso è superiore alle specifiche nominali, possono verificarsi errori di campionamento e, di conseguenza, errori durante il monitoraggio dell'encoder.

6.10.2 Encoder output mode

La funzione **EncoderOutputMode** seleziona una delle due seguenti modalità di guida (vedere Fig. 104):

- **direction mode:** la posizione dell'encoder viene incrementata solo in una direzione. Quando la direzione di movimento cambia, il contatore dell'encoder interrompe il conteggio fino a quando non cambia nuovamente la direzione di movimento. In questa configurazione, l'inversione del moto non viene considerata.
- **position mode:** la posizione dell'encoder viene incrementata solo in una direzione. Quando la direzione di movimento cambia, il contatore dell'encoder inizia a diminuire finché la direzione di movimento non cambia nuovamente. In questa configurazione si considera quindi l'inversione del moto.

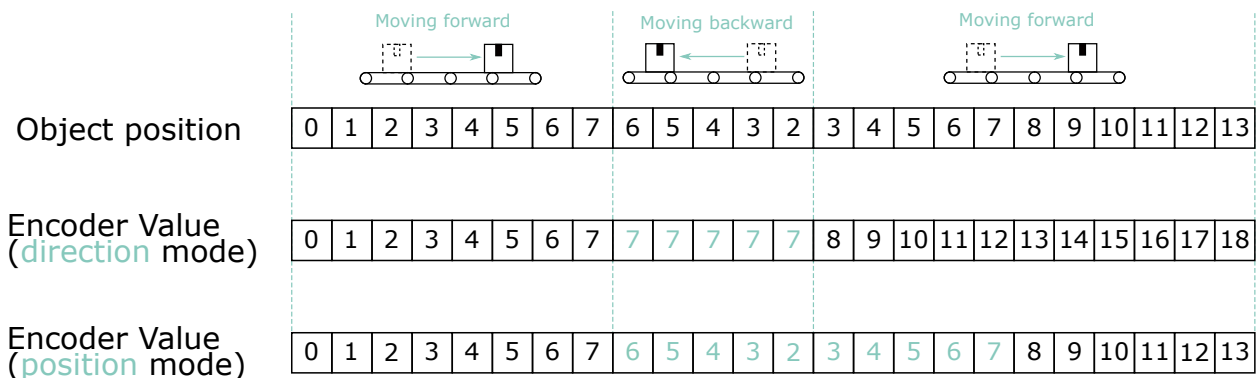


Figure 104: Le due diverse modalità di pilotaggio del blocco encoder: (figura sopra) **direction mode** e (figura sotto) **position mode**.

6.10.3 Encoder mode

Il contatore dell'encoder può essere incrementato/decrementato con due approcci diversi:

- **High resolution mode:** il contatore dell'encoder viene aggiornato (incrementato o decrementato) per ogni commutazione del segnale *Encoder A* o *Encoder B*.
- **4-phase mode:** il contatore dell'encoder viene aggiornato (incrementato o decrementato) per ogni ciclo completo (cioè per ogni sequenza 00 - 10 - 11 - 01)

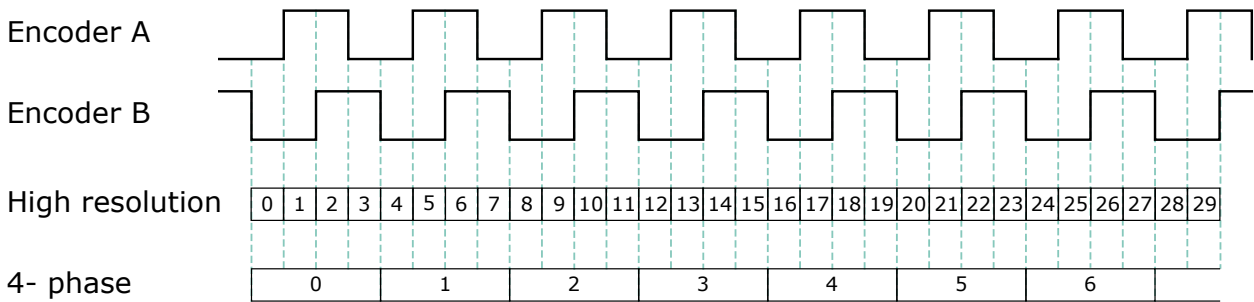


Figure 105: Modalità dell'encoder: Alta risoluzione (sopra) vs. 4 fasi (sotto).

6.10.4 Gestione del wrapping EncoderValue

EncoderValue è un valore positivo, compreso tra 0 e 65535.

Quando la modalità di uscita dell'encoder è impostata su **position mode**, il movimento inverso viene considerato nel calcolo di **EncoderValue**: poiché questo valore non può essere negativo, i movimenti all'indietro causano l'inversione del conteggio dell'encoder, da 65535 a 0, come illustrato nella Fig.106.

In questo scenario, se il movimento inverso non viene gestito correttamente, potrebbero verificarsi impulsi spuri.

Si consideri il seguente esempio, in cui **EncoderDivider** è impostato come 20000.

Si consideri anche un numero di passi indietro che porti **EncoderValue** a essere uguale a 15000, cioè un valore più piccolo di **EncoderDivider**. Quando il movimento in avanti riprende, si verifica un impulso spurio dell'encoder quando **EncoderValue** è uguale a **EncoderDivider** (cioè 20000).

Per evitare impulsi indesiderati dell'encoder, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$Maximum\ backward\ steps < (2^{16} - 1) - Encoder\ Divider \quad (12)$$

Nel caso in cui Eq.11 non possa essere garantita, gli impulsi spuri dell'encoder devono essere gestiti dall'applicazione utente.

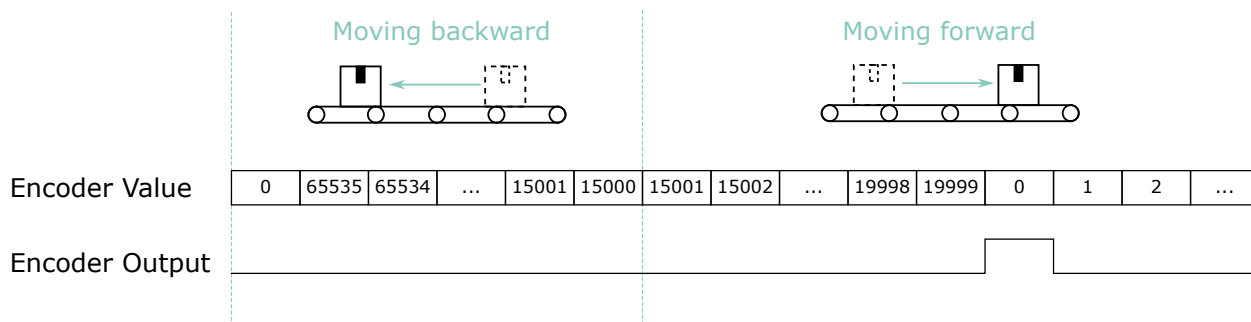


Figure 106: Esempio di generazione di impulsi spuri: dapprima si applica il movimento inverso in modo che l'indicatore **EncoderValue** sia inferiore a **EncoderDivider**. Poi, quando viene ripristinato il movimento in avanti, viene generato un impulso spurio quando **EncoderValue** è uguale a **EncoderDivider**.

6.11 Logic Block Control

La sezione Logic Block Control descrive il modello e le caratteristiche relative al controllo e alla generazione di segnali da parte degli elementi Logic Block.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
LogicBlockSelector	Specifica il blocco logico da configurare.	IEnumeration	RW
LogicBlockFunction	Seleziona la logica combinatoria Funzione del blocco logico da configurare	IEnumeration	RW
LogicBlockInputNumber	Specifica il numero di ingressi di segnale attivi del blocco logico.	IInteger	R
LogicBlockInputSelector	Seleziona l'ingresso del blocco logico da configurare	IInteger	RW
LogicBlockInputSource	Seleziona il segnale sorgente per l'ingresso nel blocco logico.	IEnumeration	RW
LogicBlockInputInverter	Seleziona se il segnale della sorgente di ingresso del blocco logico selezionato è invertito.	IBoolean	RW
LogicBlockLUTIndex	Controlla l'indice della tabella di verità a cui accedere nella LUT selezionata.	IInteger	RW
LogicBlockLUTValue	Leggere o scrivere il valore associato alla voce all'indice LogicBlockLUTIndex della LUT selezionata.	IBoolean	RW

LogicBlockLUTValueAll	Imposta i valori di tutti i bit di uscita della LUT selezionata in un unico accesso ignorando LogicBlockLUTIndex	Integer	RW
-----------------------	--	---------	----

Table 30: Logic Block Control Caratteristiche

6.11.1 Modulo Logic block

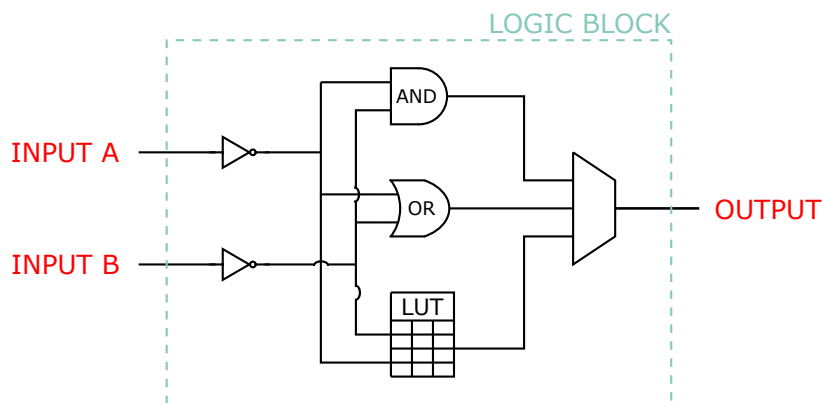


Figure 107: Schema semplificato della cella logic block.

Il **logic block module** è utilizzato principalmente per generare un segnale di uscita in funzione di due condizioni di ingresso.

Questo blocco è caratterizzato da tre diverse funzioni logiche (vedere Fig. 107):

- **AND:** l'uscita di logic block è ALTA se entrambi gli ingressi sono ALTI;
- **OR:** l'uscita di logic block è ALTA se almeno uno degli ingressi è ALTO;
- **LUT:** l'utente può compilare liberamente la tabella di verità del lut:

LogicBlockLUTIndex	Input A	Input B	LogicBlockLUTValue
0	0	0	LogicBlockLUTValue[0]
1	0	1	LogicBlockLUTValue[1]
2	1	0	LogicBlockLUTValue[2]
3	1	1	LogicBlockLUTValue[3]

Table 31: Esempio di compilazione della LUT.

Per avere la massima flessibilità, all'ingresso di questo blocco è stato incluso anche un **studio invertitore**.

6.12 Action Control

Il capitolo Action descrive tutte le funzioni relative a Action Signals nel dispositivo.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
ActionUnconditionalMode	Abilita la modalità di comando di azione incondizionato, in cui i comandi di azione vengono elaborati anche quando il canale di controllo primario è chiuso.	IEnumeration	RW
ActionDeviceKey	Fornisce la chiave del dispositivo che consente al dispositivo di verificare la validità dei comandi di azione.	Integer	W
ActionQueueSize	Indica la dimensione della coda scheduled action commands. Questo numero rappresenta il numero massimo di scheduled action commands che possono essere in attesa in un determinato momento.	IEnumeration	R
ActionSelector	Seleziona a quale segnale d'azione si applicano le ulteriori impostazioni dell'azione.	Integer	RW
ActionGroupKey	Fornisce la chiave che il dispositivo utilizzerà per convalidare l'azione alla ricezione del messaggio del protocollo d'azione.	Integer	RW
ActionGroupMask	Fornisce la maschera che il dispositivo utilizzerà per convalidare l'azione alla ricezione del messaggio del protocollo d'azione.	Integer	RW

Table 32: Action command Control Caratteristiche

6.12.1 Action Command

Action Command consente all'utente di attivare azioni su una o più telecamere GigE all'incirca nello stesso momento sulla rete Ethernet. I segnali di azione non sono sincroni su tutti i dispositivi come i trigger hardware, perché il sistema è influenzato dalle latenze della rete Ethernet e quindi il segnale non raggiunge i dispositivi nello stesso momento. In ogni caso, utilizzando il comando di azione l'utente può evitare altre connessioni hardware per attivare la telecamera e utilizzare solo

la linea Ethernet. Inoltre, l'attivazione tramite comando di azione è migliore rispetto all'attivazione tramite software su più telecamere, perché un solo comando viene inoltrato a tutte le telecamere. La telecamera Itala supporta un comando di azione, pertanto l'utente può configurare un ActionDeviceKey, un ActionGroupKey e un ActionGroupMask. La telecamera controlla che le informazioni del comando corrispondano al comando di azione configurato e quindi genera l'attivazione. I comandi possono essere inviati in modalità unicast o broadcast, a seconda che debbano essere attivati uno o più dispositivi.

Per migliorare il sincronismo dell'innesco sulla telecamera, è necessario utilizzare **Scheduled Action Commands** (6.12.2).

6.12.2 Scheduled Action Command

Scheduled Action Commands consente di generare un'azione di attivazione su uno o più dispositivi in un momento specifico del futuro, con una granularità di nanosecondi. Gli unici due requisiti sono l'abilitazione della funzione **PTP** e la sincronizzazione della telecamera con l'orologio master PTP (vedere 6.20.1), altrimenti la richiesta di azione programmata non viene elaborata.

Lo schema a blocchi per spiegare l'architettura del controllo ad azione programmata è mostrato in Fig.108 e viene discusso in dettaglio di seguito.

Quando l'utente invia un'azione programmata, la telecamera controlla via hardware che le informazioni del comando corrispondano al comando di azione configurato. Quindi, se l'azione programmata ha un tag temporale nel passato, l'azione viene elaborata immediatamente, altrimenti viene aggiunta alla coda temporale delle azioni hardware; la coda ha una profondità di 4, quindi possono essere gestite fino a 4 azioni programmate. Se la coda è piena, i comandi aggiuntivi vengono ignorati. Quando il timestamp dell'azione diventa inferiore o uguale al tempo di riferimento, viene rimosso dalla coda e viene attivato un trigger hardware verso il controllo dell'esposizione.

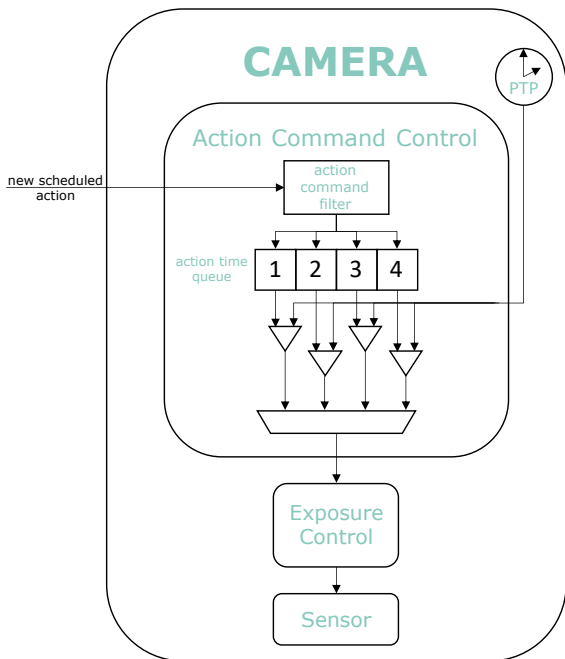


Figure 108: Diagramma a blocchi del comando Azione programmata.

Se viene richiesto il messaggio ACK, i codici di stato possibili sono:

- **GEV_STATUS_NO_REF_TIME:**
la telecamera non ha un orario di riferimento sincronizzato con un orologio master; la richiesta di azione pianificata non viene elaborata.
- **GEV_STATUS_ACTION_LATE:**
la telecamera ha ricevuto un comando di azione programmata con un tag temporale nel passato (rispetto al timestamp del dispositivo).
- **GEV_STATUS_OVERFLOW:**
la coda dei timestamp è piena e il dispositivo riceve un comando di azione che non può essere accodato.

Un ritardo hardware, misurato quando l'azione programmata è configurata per attivare l'esposizione di un sensore e causato dall'elaborazione hardware, viene rimosso nel timestamp per compensarlo e migliorare la precisione del tempo di attivazione.

Se TriggerOverlap è attivo, la latenza tra il tempo di esposizione e il trasferimento dei fotogrammi è influenzata da un'incertezza maggiore, pertanto il jitter sull'acquisizione dei fotogrammi è più elevato rispetto a quando TriggerOverlap è disattivato, anche se si utilizza l'Azione programmata.

6.13 Event Control

Questa sezione descrive come controllare la generazione di eventi all'applicazione host. Un evento è un messaggio inviato all'applicazione host per notificare il verificarsi di un evento interno. Gli eventi sono generalmente utilizzati per garantire la sincronizzazione dell'applicazione host con gli eventi esterni del dispositivo. Nella visione industriale, un caso d'uso tipico è quello di un'applicazione host che attende la notifica del termine dell'esposizione del sensore per spostare il pezzo ispezionato su un nastro trasportatore.

EventSelector seleziona il particolare evento da controllare. Esiste una serie di fonti di eventi, come l'acquisizione, la temperatura e le linee I/O.

EventNotification viene utilizzato per abilitare o disabilitare la notifica del verificarsi dell'evento interno selezionato da **EventSelector**. Se **EventNotification** è impostato su **Off**, non verrà generato alcun evento del tipo selezionato.

Per ciascuno degli eventi elencati nell'enumerazione **EventSelector**, esiste una corrispondente funzione di identificazione dell'evento con un nome standard (ad esempio, **EventExposureEnd**). L'applicazione di controllo può fare affidamento su questa funzione per registrare una funzione di callback che le notifichi il verificarsi dell'evento. Questa funzione di evento intero restituisce il valore identificativo univoco che identifica l'evento sul livello di trasporto.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventSelector	Seleziona l'evento da segnalare all'applicazione host.	IEnumeration	RW
EventNotification	Attivare o disattivare la notifica all'applicazione host del verificarsi dell'evento selezionato.	IEnumeration	RW
EventExposureEndData	Categoria che contiene tutti gli attributi relativi all'evento ExposureEnd	ICategory	-
EventFrameTriggerMissedData	Categoria che contiene tutti gli attributi relativi all'evento FrameTriggerMissed	ICategory	-
EventFrameTriggerReadyData	Categoria che contiene tutti gli attributi relativi all'evento FrameTriggerReady	ICategory	-
EventLine0RisingEdgeData	Categoria che contiene tutti gli attributi relativi all'evento Line0RisingEdge	ICategory	-
EventLine1RisingEdgeData	Categoria che contiene tutti gli attributi relativi all'evento Line1RisingEdge	ICategory	-
EventTestData	Categoria che contiene tutti gli attributi relativi all'evento Test	ICategory	-
EventAutofocusDoneData	Categoria che contiene tutti gli attributi relativi all'evento AutofocusDone	ICategory	-
EventSensorTemperatureData	Categoria che contiene tutti gli attributi relativi all'evento SensorTemperatureData	ICategory	-
EventEventLostData	Categoria che contiene tutti gli attributi relativi all'evento EventLost	ICategory	-
oeEventLostCounter	Mostra il conteggio degli eventi persi.	IInteger	-

oeEventLostCounterClear	Cancella il contatore degli eventi persi	ICommand	-
EventBufferFullData	Categoria che contiene tutti gli attributi relativi all'evento BufferFull	ICategory	-
EventBufferReadyData	Categoria che contiene tutti gli attributi relativi all'evento BufferReady	ICategory	-
EventTransferSkippedData	Categoria che contiene tutti gli attributi relativi all'evento TransferSkipped	ICategory	-

Table 33: Caratteristiche del controllo eventi

6.13.1 Exposure End Event

Questo evento viene generato quando il dispositivo ha completato l'esposizione di un fotogramma (o di una linea).

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventExposureEnd	Restituisce l'identificatore univoco del tipo di evento Exposure End.	Integer	R
EventExposureEndTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento ExposureEnd	Integer	R
EventExposureEndFrameID	Restituisce l'identificatore univoco del fotogramma (o dell'immagine) che ha generato l'evento ExposureEnd.	Integer	R

Table 34: Caratteristiche dei dati di fine esposizione dell'evento

6.13.2 Frame Trigger Missed Event

Questo evento viene generato quando la telecamera non è in grado di elaborare i segnali di attivazione in arrivo, con conseguente mancata attivazione. La causa può essere un numero eccessivo di inneschi in un intervallo di tempo non consentito.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventFrameTriggerMissed	Restituisce l'identificatore univoco del tipo di evento Frame Trigger Missed.	Integer	R

EventFrameTriggerMissedTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Frame Trigger Missed	Integer	R
EventFrameTriggerMissed-FrameID	Restituisce l'identificatore univoco del fotogramma (o dell'immagine) che ha generato l'evento Frame Trigger Missed.	Integer	R

Table 35: Caratteristiche dell'evento Frame Trigger Dati mancanti

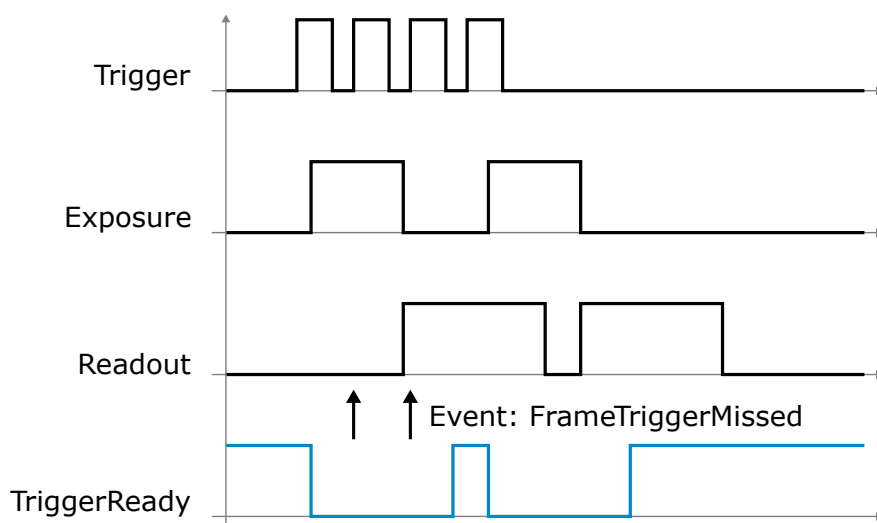


Figure 109: Evento FrameTriggerMissed

6.13.3 Frame Trigger Ready Event

L'evento viene generato quando il dispositivo è pronto a ricevere un trigger per avviare l'acquisizione di un frame.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventFrameTriggerReady	Restituisce l'identificatore univoco del tipo di evento Frame Trigger Ready.	Integer	R
EventFrameTriggerReadyTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Frame Trigger Ready	Integer	R

Table 36: Caratteristiche dei dati pronti per l'innescio del frame dell'evento

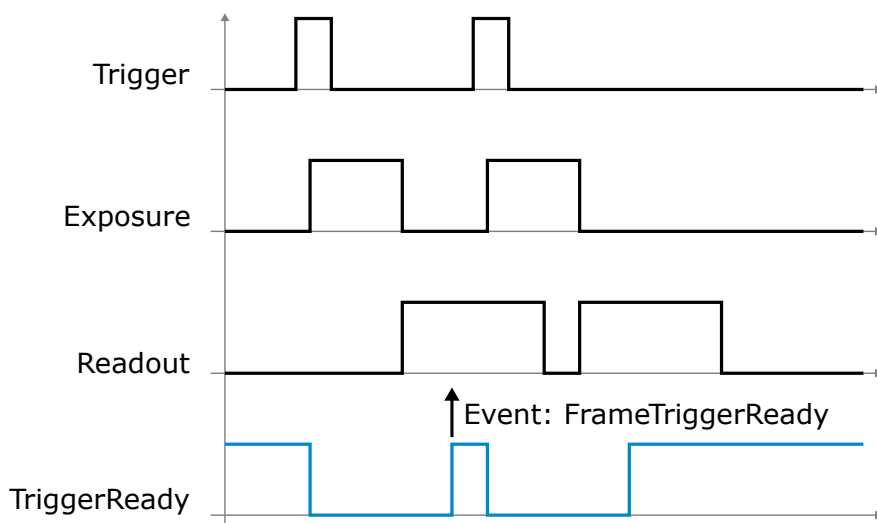


Figure 110: FrameTriggerMissedReady

6.13.4 Line 0 Rising Edge Event

L'evento verrà generato quando verrà rilevato un fronte di salita sulla linea 0.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventLine0RisingEdge	Restituisce l'identificatore univoco del tipo di evento Linea 0 Bordo ascendente	Integer	R
EventLine0RisingEdgeTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento del fronte di salita della linea 0.	Integer	R
EventLine0RisingEdgeFrameID	Restituisce l'identificatore univoco del fotogramma (o dell'immagine) che ha generato l'evento Bordo crescente linea 0.	Integer	R

Table 37: Linea evento 0 Bordo crescente Caratteristiche dei dati

6.13.5 Line 1 Rising Edge Event

L'evento verrà generato quando verrà rilevato un fronte di salita sulla linea 1.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventLine1RisingEdge	Restituisce l'identificatore univoco del tipo di evento Linea 1 Bordo ascendente	Integer	R

EventLine1RisingEdgeTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento del fronte di salita della linea 1.	Integer	R
EventLine1RisingEdgeFrameID	Restituisce l'identificatore univoco del fotogramma (o dell'immagine) che ha generato l'evento Bordo crescente della riga 1.	Integer	R

Table 38: Linea evento 1 Bordo crescente Caratteristiche dei dati

6.13.6 Test Event

L'evento di test verrà generato quando il dispositivo riceve il comando **TestEventGenerate**.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventTest	Restituisce l'identificatore univoco del tipo di test dell'evento generato con il comando TestEventGenerate.	Integer	R
EventTestTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento di test.	Integer	R

Table 39: Caratteristiche dei dati di prova degli eventi

6.13.7 Autofocus Done Event

Questo evento viene generato ogni volta che il dispositivo ha completato il processo di messa a fuoco automatica.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventAutofocusDone	Restituisce l'identificatore univoco dell'evento Tipo di autofocus dell'evento	Integer	R
EventAutofocusDoneTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Autofocus Done	Integer	R

Table 40: Evento Autofocus Fatto Caratteristiche dei dati

6.13.8 Sensor Temperature Event

Questo evento viene generato quando il sensore cambia l'intervallo di temperatura operativa.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventSensorTemperature	Restituisce l'identificatore univoco del tipo di evento Temperatura sensore generato da una variazione dell'intervallo di temperatura del sensore di immagine	Integer	R
EventSensorTemperatureTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento sensore di temperatura	Integer	R

Table 41: Caratteristiche dei dati di temperatura del sensore di eventi

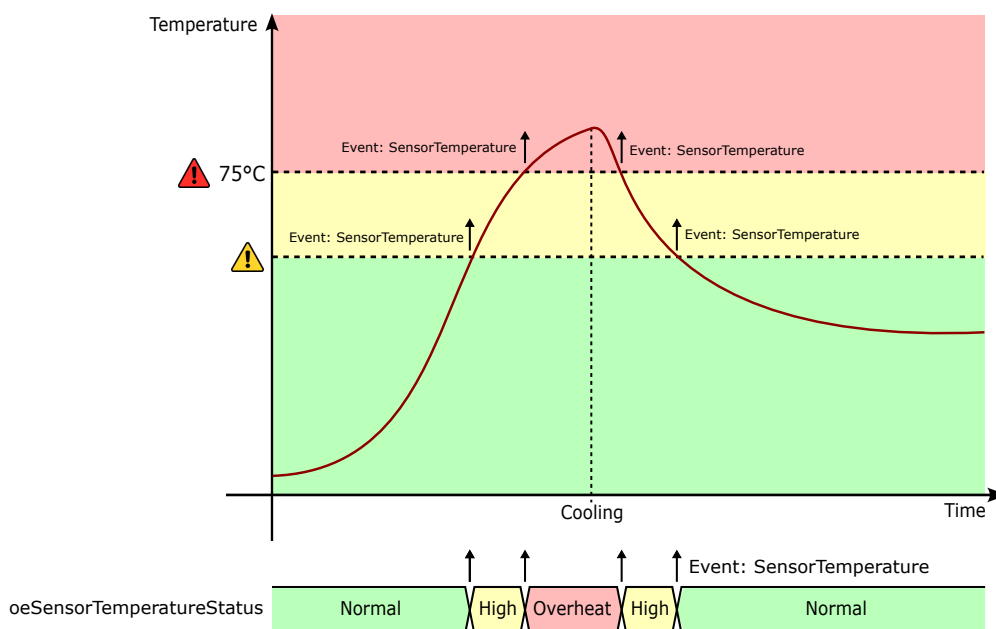


Figure 111: Evento sensoreTemperature

6.13.9 Event Lost Event

Questo evento viene generato quando un evento selezionato viene perso. La perdita può essere causata da un numero eccessivo di eventi.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventEventLost	Restituisce l'identificatore univoco dell'evento Tipo di evento perso	Integer	R

EventEventLostTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Evento perso	Integer	R
-------------------------	---	---------	---

Table 42: Evento Evento Dati persi

6.13.10 Buffer Full Event

Questo evento viene generato quando il buffer delle immagini del dispositivo è pieno.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventBufferFull	Restituisce l'identificatore univoco del buffer Tipo completo di evento	Integer	R
EventBufferFullTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Buffer Full	Integer	R

Table 43: Caratteristiche del buffer eventi Dati completi

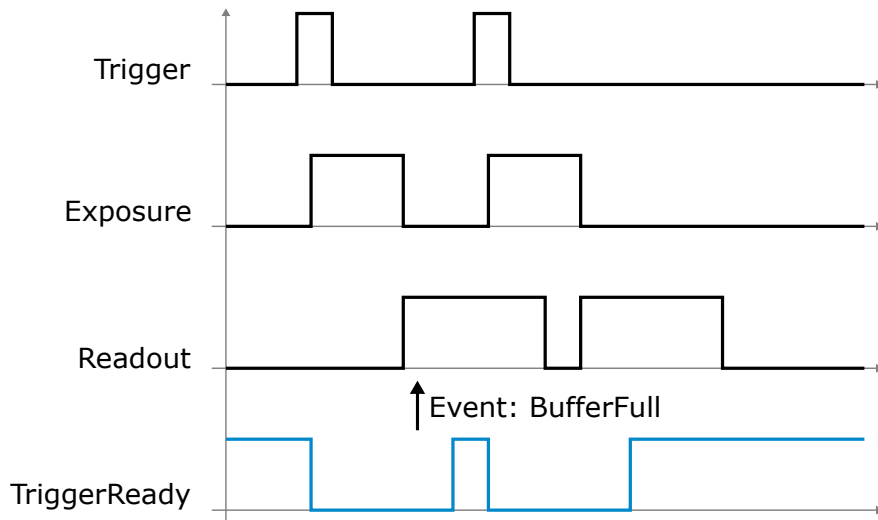


Figure 112: Evento BufferFull

6.13.11 Buffer Ready Event

Questo evento viene generato quando il buffer immagini del dispositivo è pronto per un nuovo fotogramma.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventBufferReady	Restituisce l'identificatore univoco del tipo di evento Buffer Ready.	Integer	R
EventBufferReadyTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Buffer Ready	Integer	R

Table 44: Caratteristiche dei dati pronti del buffer eventi

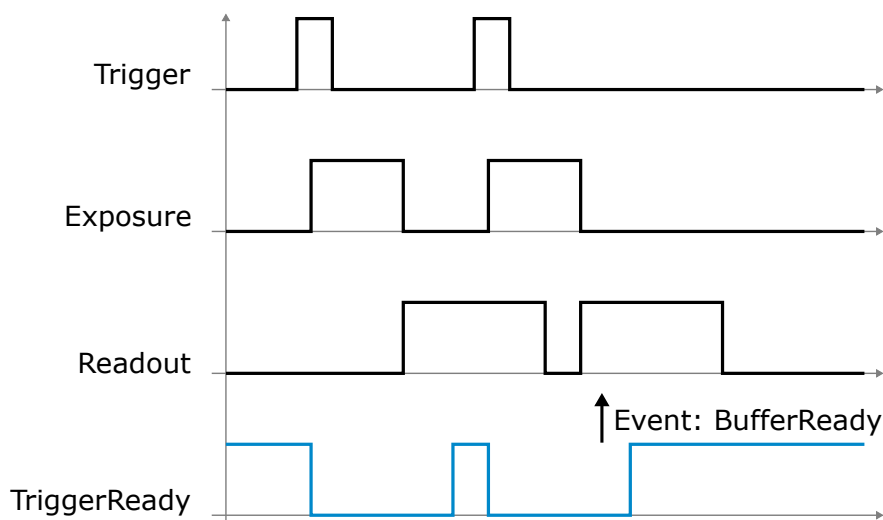


Figure 113: Evento BufferReady

6.13.12 Transfer Skipped Event

Questo evento viene generato quando il dispositivo salta il trasferimento del frame corrente per-

EventTransferSkippedTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento di trasferimento saltato.	Integer	R
-------------------------------	--	---------	---

Table 45: Trasferimento eventi Caratteristiche dei dati saltati

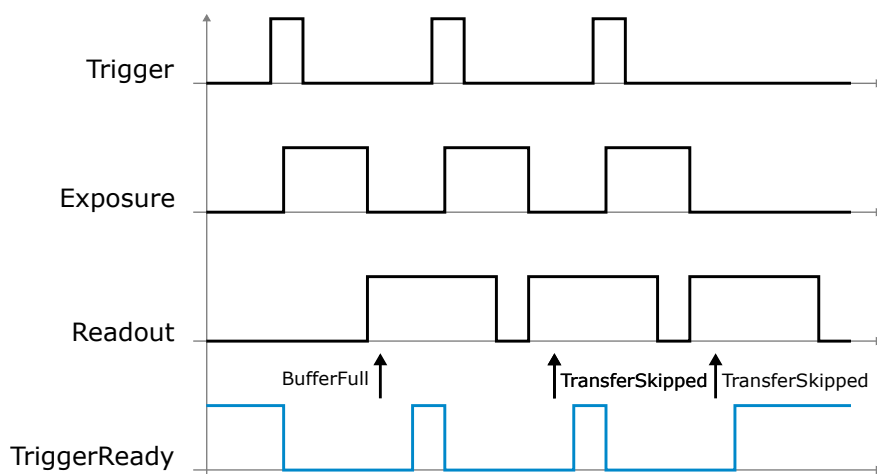


Figure 114: Evento TransferSkipped

6.14 User Set Control

Questa sezione descrive le funzioni per il controllo globale delle impostazioni del dispositivo. Consente di caricare o salvare le impostazioni di fabbrica o quelle definite dall'utente.

Il caricamento del valore predefinito di fabbrica User Set garantisce uno stato in cui è possibile avviare un'acquisizione continua utilizzando solo le funzioni obbligatorie.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
UserSetSelector	Seleziona la funzione Set utente da caricare, salvare o configurare.	Integer	RW
UserSetLoad	Carica il set utente specificato da UserSetSelector sul dispositivo e lo rende attivo.	ICommand	RW
UserSetSave	Salva il set utente specificato da UserSetSelector nella memoria non volatile del dispositivo.	ICommand	RW

UserSetDefault	Seleziona la funzione Set utente da caricare e rendere attiva per impostazione predefinita quando il dispositivo viene resettato.	IEnumeration	RW
----------------	---	--------------	----

Table 46: Caratteristiche di controllo impostate dall'utente

6.15 Chunk Data Control

In questa sezione sono descritte tutte le caratteristiche del chunk data.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
ChunkModeActive	Attiva l'inclusione di Chunk data nel payload dell'immagine.	IBoolean	RW
ChunkSelector	Seleziona quale Chunk attivare o controllare	IEnumeration	RW
ChunkEnable	Abilita l'inclusione del Chunk data selezionato nel payload dell'immagine	IBoolean	RW
ChunkWidth	Restituisce la larghezza dell'immagine inclusa nel payload	IInteger	R
ChunkHeight	Restituisce l'altezza dell'immagine inclusa nel payload	IInteger	R
ChunkOffsetX	Restituisce l'offsetX dell'immagine inclusa nel payload.	IInteger	R
ChunkOffsetY	Restituisce l'OffsetY dell'immagine inclusa nel payload	IInteger	R
ChunkPixelFormat	Restituisce il PixelFormat dell'immagine inclusa nel payload	IEnumeration	R
ChunkExposureTime	Restituisce il tempo di esposizione utilizzato per catturare l'immagine.	IFloat	R
ChunkGain	Restituisce il guadagno utilizzato per catturare l'immagine	IFloat	R

ChunkBlackLevel	Restituisce il livello di nero utilizzato per catturare l'immagine inclusa nel payload	IFloat	R
ChunkTimestamp	Restituisce il timestamp dell'immagine inclusa nel payload al momento dell'evento interno FrameStart	Integer	R
ChunkFrameID	Restituisce l'identificatore univoco del fotogramma (o dell'immagine) incluso nel payload.	Integer	R
ChunkSequencerSetActive	Restituisce l'indice dell'insieme attivo della corsa sequencer inclusa nel payload	Integer	R
ChunkEncoderValue	Restituisce il valore di Encoder 0 al momento dell'evento FrameStart.	Integer	R
ChunkCounterValue	Restituisce il valore di Counter 0 al momento dell'evento FrameStart.	Integer	R

Table 47: Chunk mode Control Caratteristiche

6.15.1 Chunk Data

Nelle telecamere per la visione artificiale, **chunk data** si riferisce ai metadati incorporati direttamente nel flusso di immagini insieme al payload dei pixel.

Questi metadati forniscono informazioni aggiuntive sull'immagine o sullo stato della telecamera al momento dell'acquisizione. I dati chunk sono particolarmente preziosi nelle applicazioni industriali e di visione per:

- **Synchronization:** consente l'allineamento tra le immagini acquisite e i sensori o gli eventi esterni.
- **Dynamic analysis:** consente alle applicazioni di accedere ai parametri della telecamera in tempo reale.
- **Reduced overhead:** eliminazione delle interrogazioni separate del dispositivo per recuperare i metadati.

La figura 115 mostra la struttura di un frame *GigE Vision*: il pacchetto leader apre la trasmissione, seguito da una sequenza di pacchetti payload contenenti dati di immagine. Il pacchetto trailer chiude la trasmissione.

Quando i dati chunk sono abilitati, i metadati vengono aggiunti al flusso di pixel nel pacchetto di payload finale.

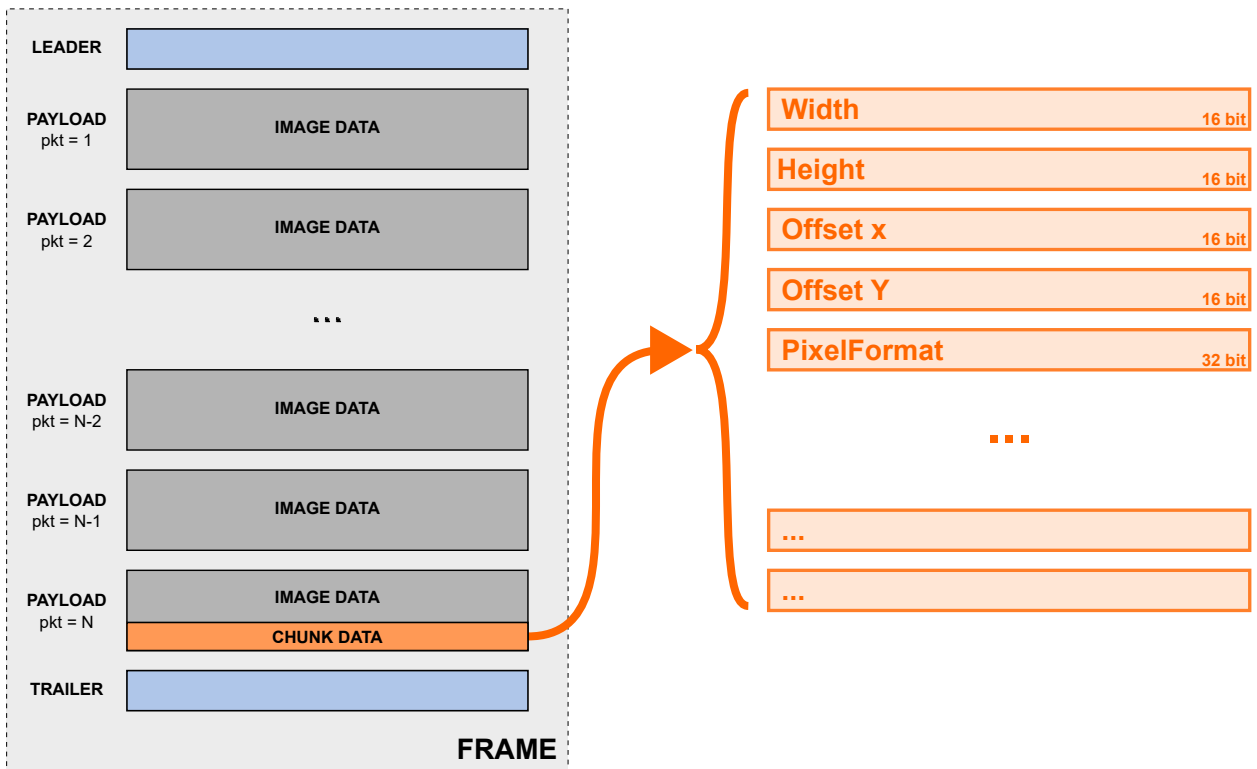


Figure 115: A sinistra: rappresentazione dei pacchetti GigE Vision emessi dalla telecamera. A destra: struttura dei dati chunk aggiunti alla fine della trasmissione del fotogramma.

Per abilitare i dati chunk, la funzione **ChunkModeActive** deve essere impostata su ON e almeno un tipo di chunk deve essere abilitato tramite **ChunkSelector**.

NOTA: Quando la modalità chunk è attiva, la telecamera trasmette **all** tipi di dati chunk. Non è possibile selezionare solo un sottoinsieme.

Un potenziale svantaggio è che i dati dei chunk possono ridurre la velocità massima raggiungibile, in particolare quando la dimensione dei metadati è paragonabile a quella del payload. Al contrario, quando il payload dell'immagine è significativamente più grande del blocco di dati del chunk, l'impatto sulla frequenza dei fotogrammi è trascurabile.

6.15.2 Chunk Data: application example

Si consideri il seguente esempio: un encoder è collegato alla telecamera per attivare un'acquisizione ogni 1000 passi (Figura 116).

Abilitando i dati chunk e utilizzando *ChunkEncoderValue*, ogni immagine acquisita può essere associata alla posizione precisa del campione in movimento.

Inoltre, *ChunkFrameID* può essere utilizzato per ricostruire l'esatta sequenza delle immagini ac-

quisite, anche se il campione si muove alternativamente in avanti e indietro (cioè, *ChunkEncoderValue* può sia aumentare che diminuire).

NOTA: *ChunkFrameID* differisce da *GigE Vision FrameID*. Il primo inizia a 0, mentre il secondo inizia a 1.

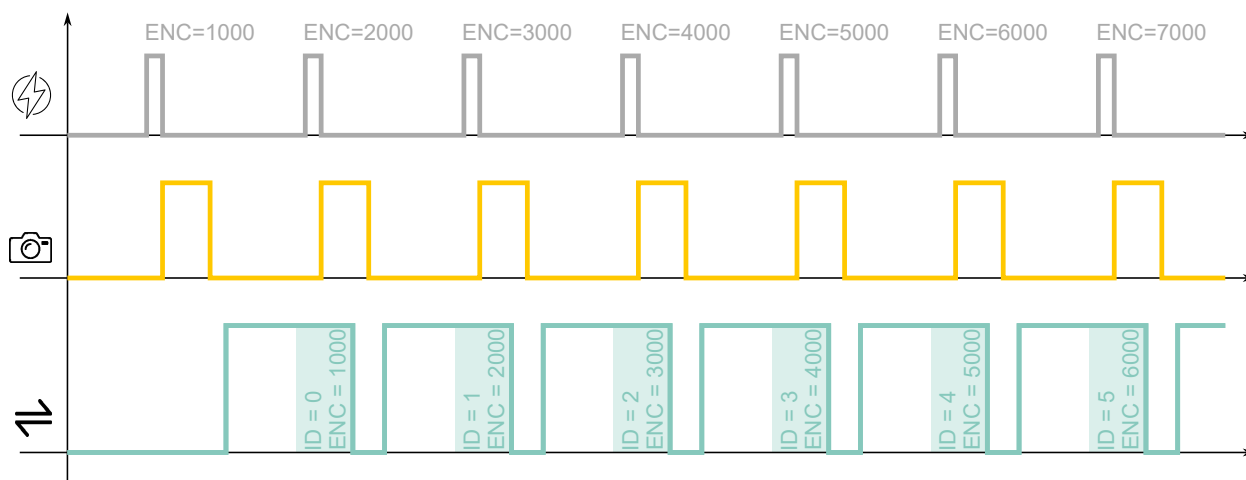


Figure 116: Esempio di applicazione dei dati chunk. Ogni 1000 passi del codificatore, viene attivata un'esposizione e quindi un'acquisizione di fotogrammi. Con i dati chunk abilitati, ogni fotogramma viene etichettato con metadati rilevanti come *ChunkFrameID* e *ChunkEncoderValue*.

6.15.3 OE Serial Interface Control

Questa sezione tratta le funzioni di comunicazione seriale.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
oeSerialEnable	Abilitare l'interfaccia seriale	IBoolean	RW
oeSerialBaudRate	Selezionare la velocità di trasmissione dell'interfaccia seriale	IEnumeration	RW
oeSerialMode	Selezionare la modalità di funzionamento dell'interfaccia seriale	IEnumeration	RW
oeSerialProtocol	Selezionare il protocollo da utilizzare sull'interfaccia seriale	IEnumeration	RW

oeSerialSlewRate	Selezionare la velocità di rotazione dei dati dell'interfaccia seriale.	IEnumeration	RW
oeSerialASCIIWriteBuffer	Buffer di scrittura caratteri dell'interfaccia seriale	IString	RW
oeSerialASCIIWrite	Avviare un'operazione di scrittura sull'interfaccia seriale	ICommand	RW
oeSerialASCIIReadCount	Numero di byte da leggere dal buffer di ingresso seriale	IInteger	RW
oeSerialASCIIReadBuffer	Buffer di lettura dei caratteri dell'interfaccia seriale	IString	R
oeSerialASCIIRead	Leggere il buffer di ingresso seriale	ICommand	RW
oeSerialModbusSlaveID	ID Slave Modbus del dispositivo di destinazione	IInteger	RW
oeSerialModbusAddress	Indirizzo registro slave per richieste di lettura/scrittura	IInteger	RW
oeSerialModbusWriteValue	Valore da scrivere nel registro slave Indirizzo	IInteger	RW
oeSerialModbusWrite	Inviare una richiesta "Write Single Register" (0x06)	ICommand	RW
oeSerialModbusReadValue	Valore da leggere dal registro slave Indirizzo	IInteger	R
oeSerialModbusRead	Inviare una richiesta "Read Holding Register" (0x03)	ICommand	RW
oeSerialBinaryWriteBuffer	Buffer di dati binari da scrivere sull'interfaccia seriale	IRegister	RW
oeSerialBinaryWriteCount	Lunghezza dei dati da scrivere	IInteger	RW
oeSerialBinaryWrite	Comando di scrittura dei dati sull'interfaccia seriale	ICommand	RW
oeSerialBinaryReadBuffer	Dati binari letti dall'interfaccia seriale	IRegister	R
oeSerialBinaryReadCount	Numero di byte seriali da leggere	IInteger	RW
oeSerialBinaryRead	Comando di lettura dei dati dall'interfaccia seriale	ICommand	RW

Table 48: OE Serial Interface Control Caratteristiche

6.16 Serial interface

L'**interfaccia seriale** permette di comunicare con un dispositivo esterno attraverso una connessione seriale. Si tratta di una periferica a doppia modalità che può essere configurata come rice-trasmittitore **RS232** o **RS485** tramite la funzione **oeSerialMode**, come mostrato nella Fig.117. Selezionare la modalità di funzionamento appropriata in base alla periferica esterna che si desidera collegare alla telecamera. Il canale di comunicazione in modalità RS232 è full-duplex, mentre in modalità RS485 è half-duplex.

L'interfaccia seriale è configurata come segue:

- **Baud Rate:** from 9600 to 115200;
- **Data Bits:** 8 bit;
- **Stop Bits:** 1 bit;
- **Parity:** none.

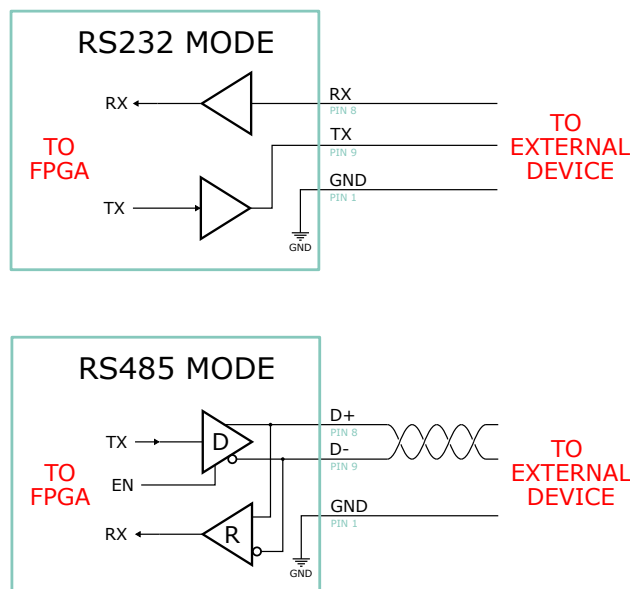


Figure 117: Circuito equivalente dell'interfaccia seriale in modalità di funzionamento RS232 e RS485.



ATTENZIONE: controllare sempre le specifiche del dispositivo esterno **prima** collegandolo alla fotocamera e impostare la modalità seriale di conseguenza. In caso contrario, si rischia di danneggiare la fotocamera o il dispositivo esterno.

Il controllo **slew rate** influisce sulla forma d'onda del segnale di uscita. L'impostazione **slow** produce transizioni morbide e può ridurre le radiazioni EMI. L'impostazione **fast** produce transizioni

ripide, consentendo l'uso delle velocità di trasmissione più elevate. Questa funzione è disponibile solo per la modalità **RS485**.

Protocollo ASCII:

Il protocollo ASCII consente di inviare e ricevere caratteri ASCII (con terminazione NULL) attraverso l'interfaccia seriale. È disponibile sia in modalità RS232 che RS485.

Protocollo Modbus RTU:

Modbus RTU è un protocollo di richiesta/risposta che fornisce una comunicazione client/server tra dispositivi collegati su un bus seriale. La telecamera agisce come un client e implementa un sottoinsieme dei codici funzione Modbus RTU, come **Read Holding Registers** e **Write Single Register**. Disponibile solo per la modalità RS485.

Protocollo binario:

Il protocollo binario consente di inviare e ricevere dati binari semplici attraverso l'interfaccia seriale. È disponibile sia in modalità RS232 che RS485.

6.17 OE Liquid Lens Controllo

Questa sezione descrive tutte le funzioni relative al controllo della lente liquida.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
oeLiquidLensEnable	Abilitare il controllore della lente liquida	IBoolean	RW
oeLiquidLensConfigurationData ⁽¹⁾	Ottenere la configurazione della lente liquida	IEnumeration	R
oeLiquidLensManufacturer	Mostra il produttore dell'obiettivo	IEnumeration	R
oeLiquidLensSerialNumber	Numero di serie della lente liquida. Questa stringa è un identificatore unico della lente liquida.	IString	R
oeLiquidLensFWVersion ⁽²⁾	Lente liquida Versione FW per lenti liquide Corning	IInteger	R
oeLiquidLensFocalLenght ⁽²⁾	Lunghezza focale dell'obiettivo	IInteger	R
oeLiquidLensTemperatureSensorStatus	Mostra lo stato del sensore di temperatura della lente liquida	IEnumeration	R

oeLiquidLensTemperature	Temperatura letta dal sensore integrato nella lente del liquido (disponibile solo su modelli specifici)	IFloat	R
oeLiquidLensMode ⁽¹⁾	Selezionare la modalità di controllo dell'obiettivo	IEnumeration	RW
oeLiquidLensMaxPositiveCurrent ⁽¹⁾	Corrente positiva massima che può essere applicata all'obiettivo	IFloat	RW
oeLiquidLensMaxNegativeCurrent ⁽¹⁾	Corrente negativa massima che può essere applicata all'obiettivo	IFloat	RW
oeLiquidLensCurrent ⁽¹⁾	Impostare la corrente della bobina della lente liquida	IFloat	RW
oeLiquidLensPower ⁽¹⁾	Impostare la potenza focale dell'obiettivo liquido	IFloat	RW
oeLiquidLensVoltage ⁽²⁾	Impostare la tensione della lente liquida	IFloat	RW
oeLiquidLensResultingCurrent ⁽¹⁾	Corrente della bobina della lente liquida risultante	IFloat	R
oeLiquidLensResultingPower ⁽¹⁾	Potenza focale della lente liquida risultante	IFloat	R
oeLiquidLensAutofocusEnable ⁽¹⁾	Abilitare il controller della messa a fuoco automatica	IBoolean	RW
oeLiquidLensAutofocusAOISize ⁽¹⁾	Selezionare le dimensioni dell'area di messa a fuoco automatica	IEnumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX ⁽¹⁾	Spostamento orizzontale dall'origine all'area utilizzata per i calcoli dell'autofocus (in pixel)	IInteger	RW
oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY ⁽¹⁾	Spostamento verticale dall'origine all'area utilizzata per i calcoli dell'autofocus (in pixel)	IInteger	RW
oeLiquidLensAutofocusStartCurrent ⁽¹⁾	Avvio del valore corrente per l'autofocus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStopCurrent ⁽¹⁾	Valore corrente di stop per l'autofocus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStartPower ⁽¹⁾	Valore di potenza iniziale per l'autofocus	IFloat	RW

oeLiquidLensAutofocusStopPower ⁽¹⁾	Valore di potenza di stop per l'autofocus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusFrameCount ⁽¹⁾	Numero di fotogrammi da acquisire per la messa a fuoco automatica	IInteger	RW
oeLiquidLensAutofocusStart ⁽¹⁾	Avvio dell'autofocus	ICommand	RW
oeLiquidLensAutofocusTriggerSource ⁽¹⁾	Specifica il segnale interno o la linea di ingresso fisico da utilizzare come sorgente di attivazione dell'autofocus.	IEnumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusStatus ⁽¹⁾	Restituisce lo stato della messa a fuoco automatica	IEnumeration	R

Table 49: OE Liquid Lens Control Caratteristiche

(1) Caratteristica disponibile solo con le lenti Optotune. (2) Caratteristica disponibile solo con le lenti Corning.

6.17.1 Interfaccia della lente liquida

Il **interfaccia lente liquida** consente di controllare un prodotto Opto Engineering® con tecnologia a lenti liquide direttamente dal dispositivo della telecamera. Questo garantisce la massima integrazione con l'SDK della telecamera e la compatibilità con software di terze parti grazie agli standard *GigE Vision* e *GenTL*.

L'interfaccia può funzionare in due modalità diverse:

- EEPROM mode;
- manual mode;

In **EEPROM mode** la telecamera rileva automaticamente l'obiettivo collegato e legge i dati di calibrazione dalla EEPROM incorporata. Con la funzione *GenICam* è possibile leggere gli attributi dell'obiettivo e impostarne direttamente la potenza focale. L'EEPROM include anche un sensore di temperatura utilizzato dal controller per la compensazione termica della corrente dell'obiettivo. Ciò garantisce una potenza focale costante in un'ampia gamma di temperature operative. È anche possibile controllare direttamente la corrente dell'obiettivo e verificare l'effettiva potenza focale risultante, che dipende dalla temperatura dell'obiettivo.

Questa modalità viene selezionata automaticamente quando si collega un obiettivo compatibile.

Nella **manual mode** è possibile controllare una lente senza EEPROM incorporata, impostando direttamente la corrente della bobina di attuazione. In questo caso l'utente è responsabile di impostare i valori corretti e di non superare i limiti riportati nelle specifiche della lente.

oeLiquidLensConfigurationData indica se l'obiettivo è dotato di EEPROM di calibrazione o se la periferica funziona in modalità manuale.



ATTENZIONE: controllare sempre le specifiche dell'obiettivo prima di collegarlo alla fotocamera. Se l'obiettivo non è dotato di EEPROM di calibrazione, controllare e impostare i limiti di corrente **prima** collegando l'obiettivo. In caso contrario, si potrebbero verificare danni alla fotocamera o all'obiettivo liquido.

6.17.2 Autofocus

L'autofocus è una funzione completamente integrata nella fotocamera che consente di trovare automaticamente la migliore messa a fuoco controllando un prodotto Opto Engineering® con tecnologia a lenti liquide direttamente dal dispositivo fotografico.

L'algoritmo di autofocus non viene applicato all'intera inquadratura; pertanto, è necessario definire un'AOI dedicata tramite il selettore **oeLiquidLensAutofocusAOISize** insieme ai parametri **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX** e **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY**:

- **oeLiquidLensAutofocusAOISize:** larghezza e altezza (in pixel) della regione su cui opera l'algoritmo di messa a fuoco automatica.
- **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX:** spostamento orizzontale (in pixel) della regione di autofocus.
- **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY:** spostamento verticale (in pixel) della regione di autofocus.

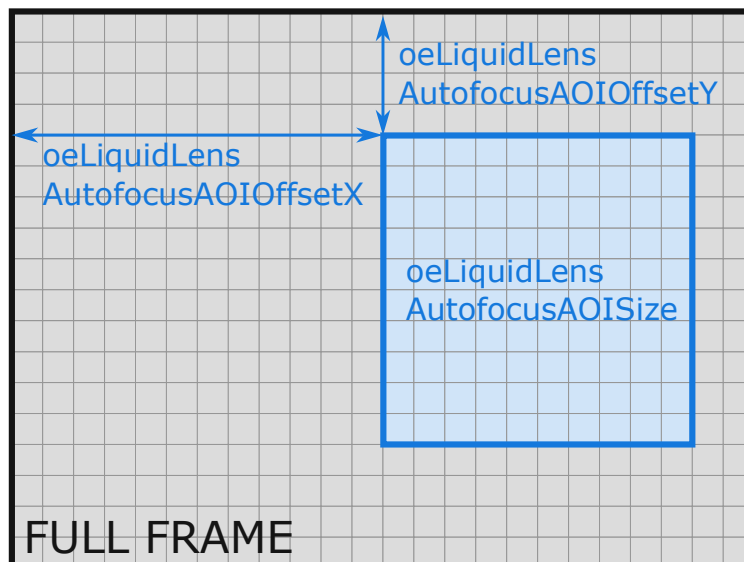


Figure 118: Definizione dell'area di interesse dell'autofocus (AOI): l'algoritmo di autofocus valuta solo i pixel racchiusi nei confini dell'AOI.

Se viene applicata una regione di interesse (ROI) (ad esempio, per selezionare solo un'area specifica dell'immagine completa), **oeLiquidLensAutofocusAOISize** e **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX/oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY** vengono specificati tenendo conto delle caratteristiche *Width*, *Height*, *OffsetX* e *OffsetY* di GenICam,

come mostrato nella Figura 119.

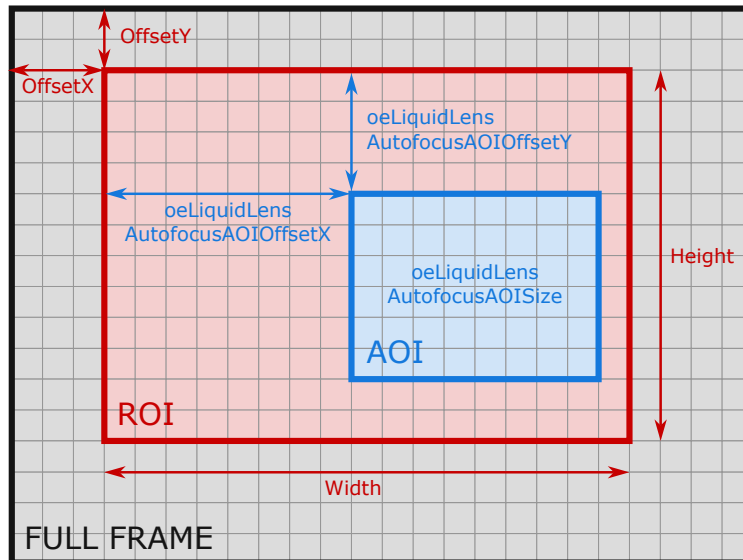


Figure 119: Definizione dell'area di interesse (AOI) per la funzione di autofocus quando è già applicata una ROI: l'algoritmo di autofocus viene eseguito solo nei pixel delimitati dai confini dell'AOI.

A seconda della funzione **oeLiquidLensMode**, è necessario impostare un intervallo di corrente o di potenza.

Infine, con la funzione **oeLiquidLensAutofocusFrameCount**, è necessario impostare un numero di cornice.

NOTA: Una volta attivato il comando **oeLiquidLensAutofocusStart**, la fotocamera attende il trasferimento dell'ultimo fotogramma. Quindi si avvia l'autofocus.

Per determinare se l'autofocus è completo, controllare **oeLiquidLensAutofocusStatus**.

Le prestazioni dell'autofocus sono influenzate dalla sua configurazione:

1. Più bassa è la gamma di corrente/potenza, migliore è la precisione.
2. Più piccola è l'AOI, più veloce è il tempo di messa a fuoco.
3. Più breve è il tempo di esposizione, migliore è la precisione e più veloce è il tempo di messa a fuoco.
4. Maggiore è il numero di fotogrammi, migliore è la precisione ma più lento è il tempo di messa a fuoco.

La formula seguente determina il tempo di messa a fuoco minimo previsto:

$$MinAutofocusTime[ms] = 1000 \cdot \frac{N_{frame} - 1}{FPS[s^{-1}]} + t_{exp}[ms] \quad (13)$$

dove il valore FPS deve essere valutato impostando una ROI del sensore pari a **oeLiquidLensAutofocusAOISize** e impostando **oeAcquisitionFrameRateLimitMode** su **oe Sensor Throughput**.

Il parametro **defocus** è una cifra di merito che aiuta a determinare se la configurazione attuale dell'autofocus produrrà un risultato accurato. Più alto è il valore di defocus, peggiore è la precisione della messa a fuoco:

$$defocus[dpt] = slope[dpt/ms] \cdot t_{exp}[ms] \quad (14)$$

where,

$$slope[dpt/ms] = \frac{PowerRange[dpt]}{MinAutofocusTime[ms]} \quad (15)$$

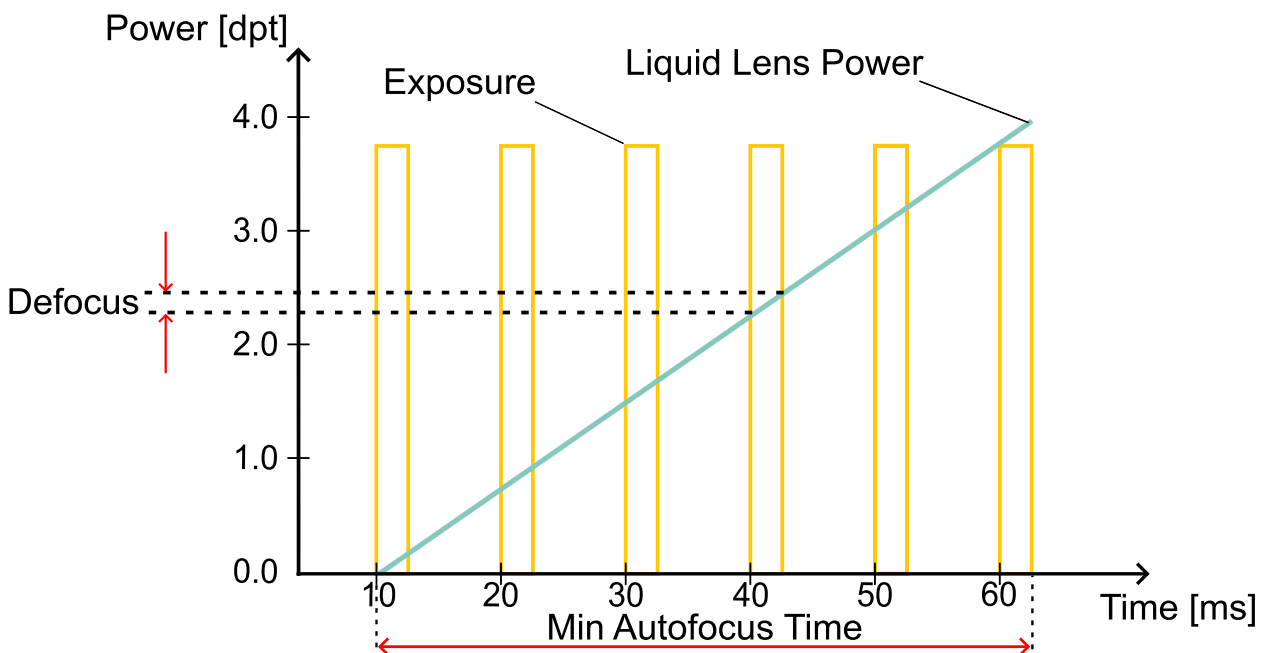


Figure 120: Principio di funzionamento dell'autofocus: sono rappresentati il tempo di esposizione e il comportamento della lente liquida. La lente liquida esegue uno sweep nell'intervallo di corrente/potenza.

NOTA: Il tempo di messa a fuoco è variabile e sempre superiore al Tempo minimo di messa a fuoco automatica. Dipende dalle impostazioni della fotocamera e dal tempo necessario per scaricare l'ultimo fotogramma prima dell'avvio dell'autofocus.

NOTA: La precisione della messa a fuoco può essere influenzata dal jitter di inizio esposizione quando **TriggerOverlap** è impostato su **ReadOut**.

NOTA: Per una maggiore precisione, è possibile implementare un comportamento **dual-pass** tramite l'SDK. In primo luogo, un passaggio grossolano aiuta a determinare la regione di migliore messa a fuoco, quindi un passaggio fine fornisce un risultato più preciso. Questo può essere realizzato agendo sull'intervallo di corrente/potenza.

6.18 OE Defective Pixel Correction Control

Questa sezione descrive tutte le funzioni relative alla correzione dei pixel difettosi.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
oeDefectivePixelCount	Mostra il numero di pixel difettosi	Integer	RW
oeDefectivePixelSelector	Rappresenta l'indice del pixel difettoso all'interno della mappa dei pixel difettosi.	Integer	RW
oeDefectivePixelXCoordinate	Rappresenta la coordinata orizzontale dell'effettivo pixel difettoso.	Integer	RW
oeDefectivePixelYCoordinate	Rappresenta la coordinata verticale dell'effettivo pixel difettoso.	Integer	RW
oeDefectivePixelWriteMap	Scrivere la mappa dei pixel difettosi nella memoria non volatile della fotocamera.	Command	RW

Table 50: OE Defective Pixel Correction Control Caratteristiche

6.18.1 Correzione dei pixel difettosi

I sensori di immagine possono subire il degrado dei pixel per molteplici cause (temperatura, invecchiamento, raggi cosmici, radiazioni ionizzanti e così via).

Un modo possibile per superare questi effetti è quello di adottare una strategia di correzione dei pixel difettosi. Questa consiste nel sostituire il valore del pixel difettoso con quello di un pixel quasi buono. Questo algoritmo viene eseguito in tempo reale nella pipeline di acquisizione della telecamera e si basa su una tabella di coordinate dei pixel difettosi.

NOTA: La procedura automatica per il rilevamento e la correzione dei difetti dei pixel è spiegata nella sezione 4.7.5. Qui viene spiegata solo la correzione di un singolo pixel difettoso.

oeDefectivePixelCount è l'indicatore degli effettivi pixel difettosi corretti nella fotocamera.

Le coordinate dei pixel difettosi possono essere visualizzate sui nodi **oeDefectivePixelXCoordinate** e **oeDefectivePixelYCoordinate** dopo aver selezionato l'indice del pixel (**oeDefectivePixelSelector**).

L'esempio seguente mostra come aggiungere manualmente un nuovo pixel difettoso all'elenco dei pixel difettosi. Consideriamo un pixel difettoso alle coordinate (4,2) (vedi Fig.121). Per correggere questo pixel:

1. Aumentare di 1 il numero di **oeDefectivePixelCount**;
2. Selezionare il primo indice disponibile nel nodo **oeDefectivePixelSelector**: l'indice corretto è quello con i valori non inizializzati **oeDefectivePixelXCoordinate** e **oeDefectivePixelYCoordinate** (tenere presente che l'enumerazione dei pixel parte da 0);
3. Inserire le coordinate del pixel difettoso nei campi **oeDefectivePixelXCoordinate** e **oeDefectivePixelYCoordinate**;
4. Salvare la nuova mappa nella memoria di bordo con il comando **oeDefectivePixelWriteMap**;

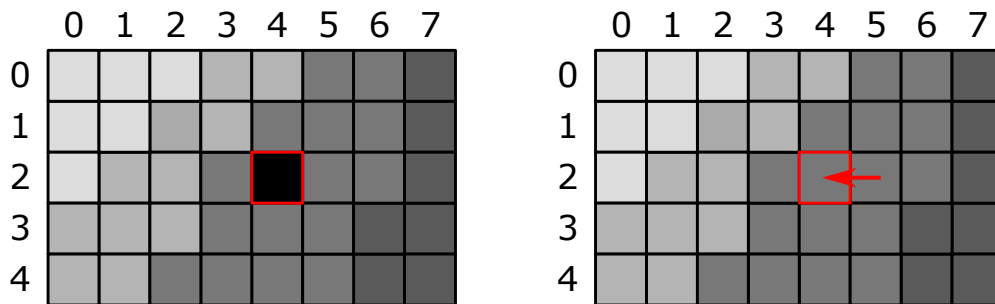


Figure 121: (A sinistra) Presenza di un pixel morto alle coordinate (4,2). (A destra) Correzione dell'errore mediante l'algoritmo di nearest neighbor.

Nel caso di telecamere a colori, l'algoritmo di correzione del colore tiene conto del fatto che il pixel adiacente ha un'informazione cromatica diversa, quindi la correzione viene eseguita con il valore del pixel successivo, come illustrato nella Fig.122.

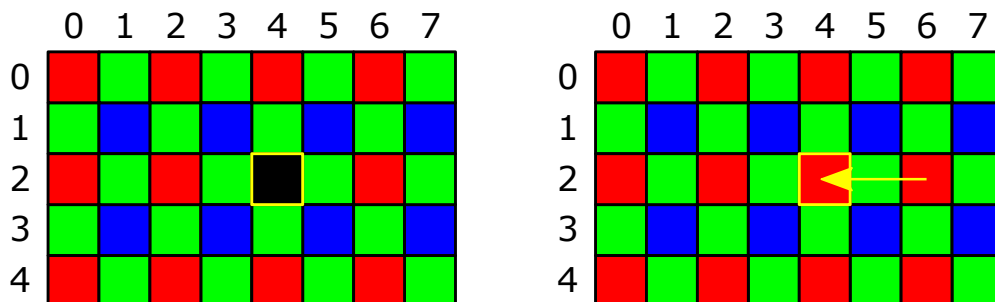


Figure 122: (A sinistra) Presenza di un pixel morto alle coordinate (4,2). (A destra) Correzione dell'errore attraverso l'algoritmo del vicino più prossimo (ma con le stesse informazioni sul croma).

6.19 Test Control

Contiene le funzioni relative al controllo delle caratteristiche del test.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
TestEventGenerate	Genera un evento di prova	ICommand	W

Table 51: Test Control Caratteristiche

6.20 Transport Layer Control

Questa sezione fornisce le caratteristiche del Transport Layer control.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
PayloadSize	Fornisce il numero di byte trasferiti per ogni immagine o chunk sul canale di flusso.	Integer	R
PtpEnable	Abilita la funzione Precision Time Protocol (PTP)	IBoolean	RW
oePtpOffsetFromUtc	Consente di applicare l'attuale offset IEEE 1588 UTC all'ora di uscita.	IBoolean	RW
PtpDataSetLatch	Consente di registrare i valori correnti del set di dati dell'orologio PTP del dispositivo.	ICommand	W
PtpStatus	Restituisce lo stato di latched dell'orologio PTP	IEnumeration	R
PtpServoStatus	Restituisce lo stato di latched del servo orologio	IEnumeration	R
PtpOffsetFromMaster	Restituisce l'offset latched dall'orologio master PTP in nanosecondi.	Integer	R
PtpClockID	Restituisce l'ID dell'orologio latched del dispositivo PTP.	Integer	R
PtpParentClockID	Restituisce l'ID dell'orologio parentale latched del dispositivo PTP.	Integer	R
PtpGrandmasterClockID	Restituisce l'ID dell'orologio grandmaster latched del dispositivo PTP.	Integer	R

GevSupportedOptionSelector	Seleziona l'opzione GEV da interrogare per il supporto esistente.	IEnumeration	RW
GevSupportedOption	Restituisce se l'opzione GEV selezionata è supportata.	IBoolean	R
GevInterfaceSelector	Seleziona il collegamento logico da controllare	IInteger	RW
GevMACAddress	Indirizzo MAC del collegamento logico	IInteger	R
GevCurrentIPConfigurationLLA	Controlla se lo schema di configurazione Link Local Address IP è attivato sul collegamento logico dato.	IBoolean	RW
GevCurrentIPConfigurationDHCP	Controlla se lo schema di configurazione IP DHCP è attivato sul collegamento logico indicato.	IBoolean	RW
GevCurrentIPConfigurationPersistentIP	Controlla se lo schema di configurazione PersistentIP è attivato sul collegamento logico dato.	IBoolean	RW
GevCurrentIPAddress	Riporta l'indirizzo IP del collegamento logico indicato.	IInteger	R
GevCurrentSubnetMask	Riporta la maschera di sottorete del collegamento logico indicato.	IInteger	R
GevCurrentDefaultGateway	Riporta l'indirizzo IP del gateway predefinito del collegamento logico indicato.	IInteger	R
GevPersistentIPAddress	Controlla l'indirizzo IP persistente per questo collegamento logico.	IInteger	RW
GevPersistentSubnetMask	Controlla la maschera di sottorete persistente associata all'indirizzo IP persistente su questo collegamento logico.	IInteger	RW
GevPersistentDefaultGateway	Controlla il gateway predefinito persistente per questo collegamento logico.	IInteger	RW
GevDiscoveryAckDelay	Indica il ritardo massimo randomizzato con cui il dispositivo attende la conferma di un comando di ricerca.	IInteger	R

GevMCPHostPort	Controlla la porta a cui il dispositivo deve inviare i messaggi.	Integer	R
GevMCDA	Controlla l'indirizzo IP di destinazione per il canale dei messaggi.	Integer	RW
GevMCTT	Fornisce il valore di timeout della trasmissione in millisecondi.	Integer	RW
GevMCRC	Controlla il numero di ritrasmissioni consentite quando un messaggio del canale dei messaggi va in timeout.	Integer	RW
GevMCSP	Questa funzione indica la porta di origine per il canale dei messaggi.	Integer	R
GevStreamChannelSelector	Seleziona il canale di flusso da controllare	Integer	RW
GevSCPIInterfaceIndex	Indice del collegamento logico da utilizzare	Integer	RW
GevSCPHostPort	Controlla la porta del canale selezionato a cui un trasmettitore GVSP deve inviare il flusso di dati o la porta da cui un ricevitore GVSP può ricevere il flusso di dati.	Integer	R
GevSCPSFireTestPacket	Invia un pacchetto di test. Quando questa funzione è impostata, il dispositivo invia un pacchetto di test.	Boolean	RW
GevSCPSDoNotFragment	Lo stato di questa funzione viene copiato nel bit "do not fragment" dell'intestazione IP di ogni pacchetto di stream. Può essere utilizzato dall'applicazione per impedire la frammentazione IP dei pacchetti sul canale di flusso.	Boolean	RW
GevSCPSPacketSize	Questa funzione specifica di GigE Vision corrisponde a DeviceStreamChannelPacketSize e deve essere mantenuta sincronizzata con essa.	Integer	RW

GevSCPD	Controlla il ritardo (in unità di contatore di timestamp GEV) da inserire tra ogni pacchetto per questo canale di flusso.	Integer	R
GevSCDA	Controlla l'indirizzo IP di destinazione del canale di flusso selezionato a cui un trasmettitore GVSP deve inviare il flusso di dati o l'indirizzo IP di destinazione da cui un ricevitore GVSP può ricevere il flusso di dati.	Integer	RW
GevSCSP	Indica la porta di origine del canale di flusso	Integer	R

Table 52: Transport Layer Control Caratteristiche

6.20.1 Precision Time Protocol (PTP)

PTP (Precision Time Protocol) è un protocollo di sincronizzazione dell'orologio dello standard IEEE 1588. Permette di sincronizzare con precisione gli orologi di più telecamere GigE su una rete Ethernet. La procedura PTP prevede che il dispositivo con l'orologio più preciso della rete venga eletto orologio grandmaster e che gli altri dispositivi diventino slave. Gli slave sincronizzano periodicamente e automaticamente il loro orologio direttamente con quello del master. Il risultato è che i valori di timestamp sono allineati al master su tutta la rete. Questo protocollo è descritto in dettaglio nel documento standard dell'IEEE.

NOTA: Le telecamere Itala possono diventare solo slave (la modalità master non è implementata).

La funzione PTP deve essere abilitata se si utilizza il modello **scheduled action commands** (6.12.2).

6.21 Sequencer Control

Questa sezione descrive tutte le caratteristiche del Sequencer Control.

Caratteristica	Descrizione	Interfaccia	Accesso
SequencerMode	Controlla se il meccanismo sequencer è attivo.	IEnumeration	RW
SequencerConfigurationMode	Controlla se la modalità di configurazione di sequencer è attiva.	IEnumeration	RW

SequencerFeatureSelector	Seleziona le funzioni sequencer da controllare	IEnumeration	RW
SequencerFeatureEnable	Abilita la funzione selezionata e la rende attiva in tutte le sequencer	IBoolean	RW
SequencerSetSelector	Seleziona il set sequencer a cui si applicano le ulteriori impostazioni della funzione.	IInteger	RW
SequencerSetSave	Salva lo stato attuale del dispositivo nell'insieme sequencer selezionato dal SequencerSetSelector	ICommand	W
SequencerSetLoad	Carica il set sequencer selezionato da SequencerSetSelector nel dispositivo.	ICommand	W
SequencerSetActive	Contiene il set di sequencer attualmente attivo	IInteger	R
SequencerSetStart	Imposta il set sequencer iniziale/di partenza, che è il primo set utilizzato all'interno di un sequencer.	IInteger	RW
SequencerPathSelector	Seleziona a quale percorso di ramificazione si applicano le ulteriori impostazioni del percorso.	IInteger	RW
SequencerSetNext	Specifica il set sequencer successivo	IInteger	RW
SequencerTriggerSource	Specifica il segnale interno o la linea di ingresso fisica da utilizzare come sorgente di trigger sequencer.	IEnumeration	RW
SequencerTriggerActivation	Specifica la modalità di attivazione del trigger sequencer	IEnumeration	RW

Table 53: Sequencer Control Caratteristiche

6.21.1 Panoramica Sequencer

Lo scopo del Sequencer Control è quello di consentire all'utente di definire una serie di set di funzioni che possono essere attivati consecutivamente durante l'acquisizione. Ogni variazione *sequencer set* è attivata da un evento configurato dall'utente.

L'esecuzione del sequencer è completamente controllata dal dispositivo.

6.21.2 Configurazione di un Sequencer set

L'indice del *sequencer set* è dato dal **SequencerSetSelector**. È possibile configurare fino a 64 set di sequencer.

Le caratteristiche che fanno effettivamente parte di un *sequencer set* sono definite nella Tabella 54. Queste caratteristiche possono essere selezionate da **SequencerFeatureSelector** e attivate da **SequencerFeatureEnable**. Se una funzione è attivata, lo è per tutti i *sequencer sets*.

Per configurare un *sequencer set*, la telecamera deve essere portata in modalità di configurazione tramite **SequencerConfigurationMode**. Quindi l'utente deve selezionare la *sequencer set* desiderata da modificare con il tasto **SequencerSetSelector**. Dopo che l'utente ha modificato tutte le impostazioni della telecamera, è possibile memorizzarle all'interno di un *sequencer set* selezionato tramite **SequencerSetSave**. L'utente può anche rileggere queste impostazioni tramite **SequencerSetLoad**.

Per consentire un uso flessibile, sono disponibili fino a due percorsi per andare da un *sequencer set* all'altro. Tale percorso è selezionato da **SequencerPathSelector**. Ogni percorso, e quindi la transizione tra diversi *sequencer sets*, si basa su un trigger definito e su un *sequencer set* successivo, selezionabile da **SequencerSetNext**. Dopo l'attivazione, le impostazioni del set successivo diventano attive.

L'attivazione è definita dalle caratteristiche **SequencerTriggerSource** (Tabella 55) e **SequencerTriggerActivation**.

NOTA: *SequencerTriggerActivation* è impostato di default su "RisingEdge" e non può essere modificato.

Un *sequencer set* deve contenere i seguenti valori:

- Dati della telecamera che devono essere controllati dal dispositivo
- **SequencerPathSelector** con almeno un percorso
- **SequencerSetNext**, **SequencerTriggerSource** e **SequencerTriggerActivation** per ogni percorso selezionabile dal **SequencerPathSelector**.

NOTA: *If two paths are configured, Path 0 ha una priorità maggiore di Path 1. Se due diversi SequencerTriggerSource si verificano contemporaneamente, la sorgente di trigger associata a Path 0 vince.*

Le caratteristiche disponibili nel modello Sequencer Control sono riassunte nella Tabella 54, mentre la Tabella 55 illustra le opzioni **SequencerTriggerSource** supportate dalle telecamere Itala:

Caratteristica	Nota
ExposureTime	
CounterDuration	È configurato solo il contatore 0
OffsetX	Un ROI adeguato deve essere preconfigurato
OffsetY	Un ROI adeguato deve essere preconfigurato
Gain	
oeLiquidLensCurrent	oeLiquidLensMode deve essere impostato in CurrentMode
oeLiquidLensPower	oeLiquidLensMode deve essere impostato in PowerMode

Table 54: Caratteristiche disponibili per le operazioni Sequencer Control

Caratteristica	Nota
Off	Disattiva l'attivazione di sequencer
ExposureEnd	Inizia con la ricezione del ExposureEnd
Counter0End	Inizia con la ricezione del Counter0End
Timer0End	Inizia con la ricezione del Timer0End
Encoder0	Inizia con la ricezione del segnale di uscita dell'encoder.

Table 55: Sorgenti di attivazione disponibili per le operazioni Sequencer Control

NOTA: I programmi sequencer configurati vengono memorizzati come parte degli UserSet, come qualsiasi altra funzione.

NOTA: Le impostazioni effettive della fotocamera vengono sovrascritte quando viene caricato un sequencer set.

7 CASI DI UTILIZZO

7.1 Esempi di collegamento di cablaggio

7.1.1 Attivazione della fotocamera da parte di un dispositivo esterno

Per attivare le telecamere Itala in un sistema di visione industriale, è necessario eseguire collegamenti adeguati.

Considerando il circuito del pin di ingresso optoisolato (sezione 5.7), i collegamenti possibili sono quelli illustrati nella Figura 123.

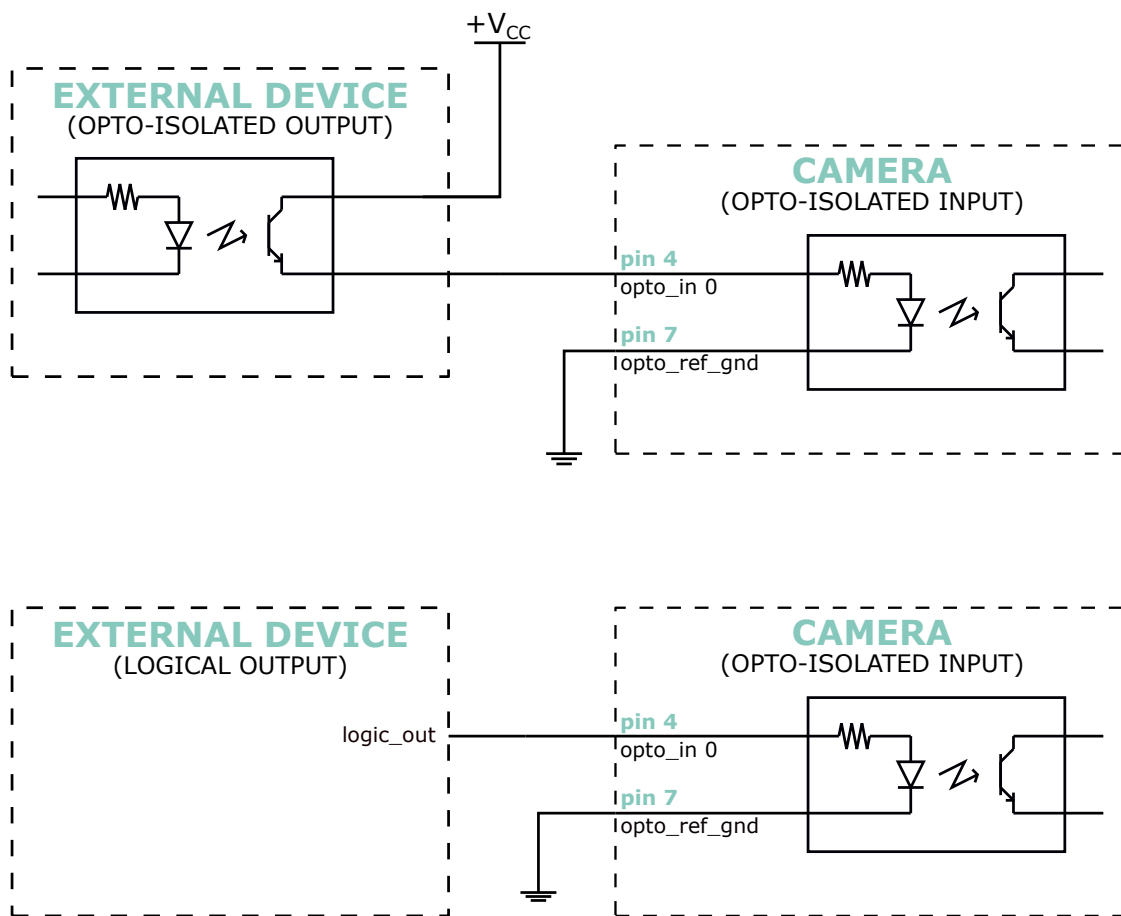


Figure 123: Figura sopra: la telecamera viene attivata da un dispositivo esterno optoisolato. Figura seguente: la telecamera è attivata da un pin di uscita logica.

Quando la telecamera Itala viene attivata da un dispositivo esterno **optoisolato**, il pin di ingresso della telecamera può essere collegato direttamente al pin di uscita della sorgente del dispositivo di attivazione.

In questo caso, lo stadio di uscita di attivazione funge da interruttore: quando viene generato il segnale di sincronizzazione, l'interruttore si chiude e l'alimentazione esterna (+V_{CC}) viene fornita al pin di ingresso della telecamera, invertendo lo stato attuale e quindi attivando la telecamera.



ATTENZIONE: Fare attenzione a non superare le specifiche di tensione massima dei pin di ingresso optoisolati.

Come indicato nella sezione 5.2, $+V_{CC}$ non deve superare i 30V.

Quando la telecamera Itala viene attivata da un pin **logica** esterno (ad esempio TTL), il pin di uscita può comunque essere collegato al pin di ingresso optoisolato della telecamera: in questo caso il pin di uscita logica deve essere in grado di attivare lo stadio di ingresso optoisolato, ossia il livello logico alto deve essere superiore alla tensione di soglia dell'optoaccoppiatore (vedere sezione 5.2). Inoltre, il pin di uscita deve avere una forza di pilotaggio adeguata per attivare lo stadio di ingresso optoisolato.

7.1.2 Sincronizzazione di un dispositivo esterno con le telecamere Itala

Quando la telecamera Itala viene utilizzata per attivare dispositivi esterni, è necessario eseguire collegamenti adeguati.

Considerando il circuito del pin di uscita optoisolato (sezione 5.7), i collegamenti possibili sono quelli illustrati nella Figura 124.

Quando la telecamera Itala attiva un dispositivo esterno **optoisolato**, il pin di uscita della telecamera può essere collegato direttamente al pin di ingresso del dispositivo attivato.

In questo caso lo stadio di uscita funge da interruttore: quando viene generato il segnale di sincronizzazione, l'interruttore si chiude e l'alimentazione esterna ($+V_{CC}$) viene fornita al dispositivo esterno, commutando lo stato attuale e quindi attivando il dispositivo.



ATTENZIONE: Fare attenzione a non superare le specifiche di tensione massima dei pin di ingresso optoisolati.

Come indicato nella sezione 5.2, $+V_{CC}$ non deve superare i 30V.

Al contrario, quando la telecamera Itala attiva un pin **logic** esterno (ad esempio TTL), il pin di uscita può comunque essere collegato al pin di ingresso optoisolato della telecamera con alcune precauzioni: è necessario un resistore esterno per collegare il pin di ingresso a massa quando l'uscita optoisolata non è attiva.



ATTENZIONE: Fare attenzione a non superare le specifiche di tensione massima dei pin di ingresso optoisolati.

Come indicato nella sezione 5.2, $+V_{CC}$ non deve superare i 30V.



ATTENZIONE: Verificare sempre la compatibilità tra $+V_{CC}$ e i valori di tensione massima dei pin logici.

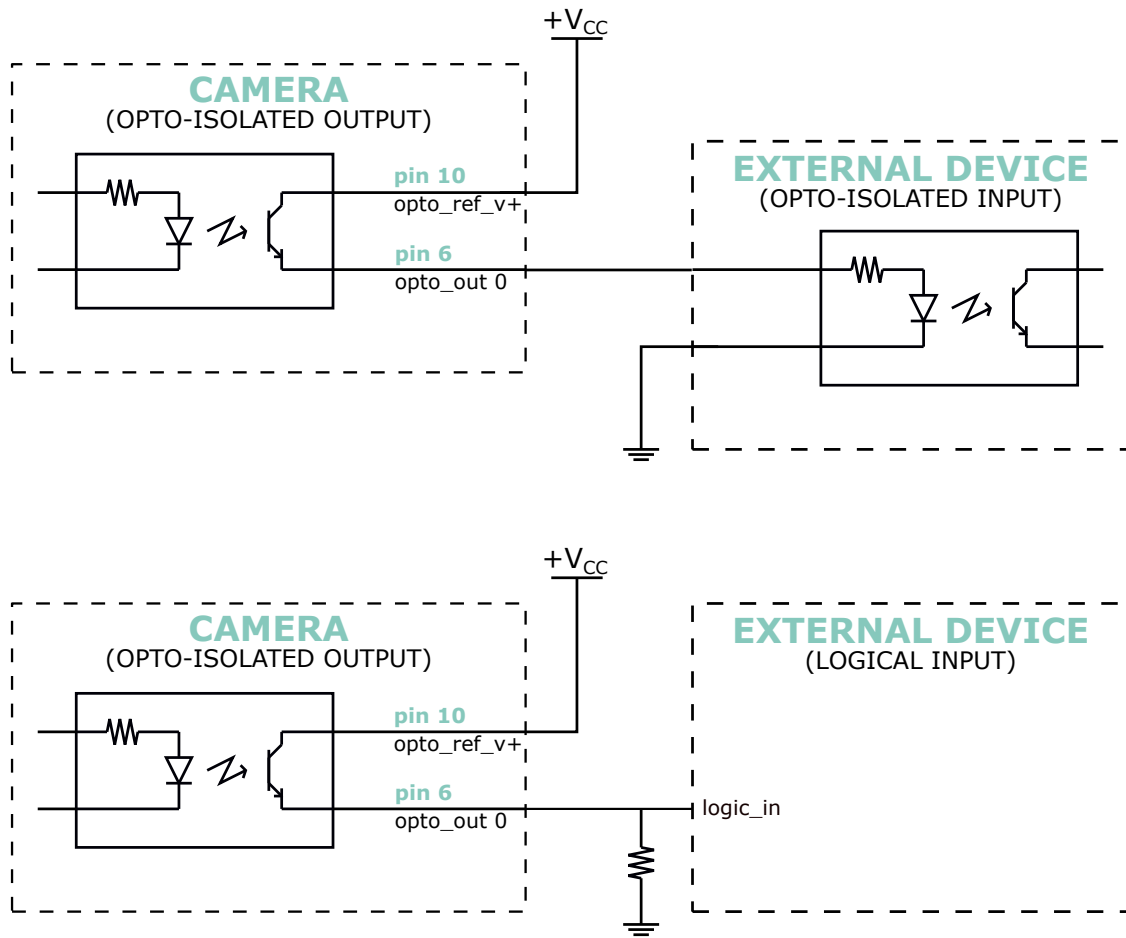


Figure 124: Figura sopra: la telecamera attiva un dispositivo esterno optoisolato. Figura seguente: la telecamera attiva un pin di ingresso logico.

7.2 Come aggiungere un ritardo sulle linee di uscita della telecamera

In questa sezione viene mostrato come aggiungere un ritardo definito dall'utente per le linee di uscita del Itala.

Ad esempio, si consideri di generare un impulso di uscita su **Line2**, la cui durata è pari a 1ms e ritardata di $100\mu\text{s}$, e innescato dalla funzione *Exposure End*. Questo scenario è rappresentato nella Figura 125.

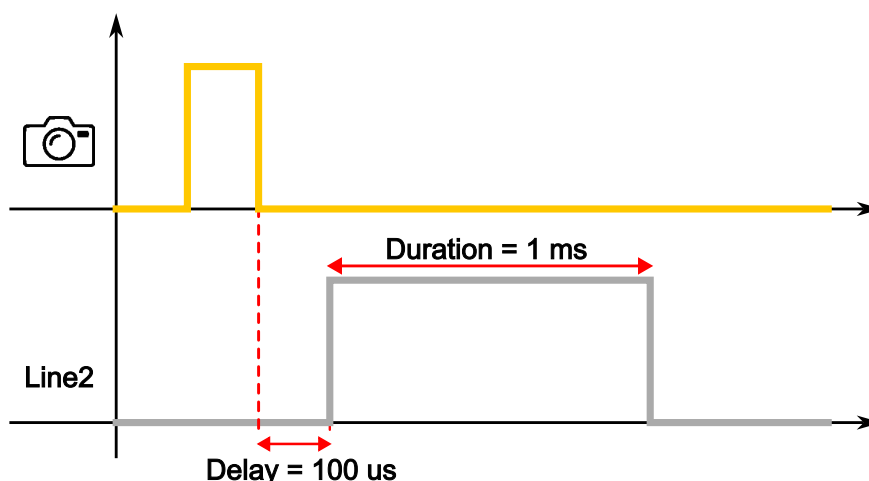


Figure 125: Scenario di esempio: un impulso di uscita 1ms (con ritardo $100\mu\text{s}$) viene generato dopo il tempo di esposizione.

Per ottenere questa forma d'onda su **Line2**, si possono adottare le seguenti impostazioni:

1. Timer configurazione

- Selezionare uno dei timer utilizzando la funzione *Timer Selector* (ad es. *Timer 0*).
- Selezionare la voce *Exposure End* per la funzione *Timer Trigger Source*.
- Impostare il ritardo dell'impulso desiderato nel campo *Timer Delay* (ad es. $100\mu\text{s}$).
- Impostare la durata dell'impulso desiderata nel campo *Timer Duration* (ad es. $1000\mu\text{s}$).

2. Digital IO configurazione

- Selezionare una delle linee di uscita utilizzando la funzione *Line Selector* (ad es. *Line 2*).
- Selezionare la voce *Timer 0 Active* per la funzione *Line Source*.

Se si utilizza Itala View, la configurazione menzionata è mostrata nella Figura 126.

In particolare, la configurazione del timer è evidenziata dalle caselle verdi, mentre quella dell'IO digitale da quelle gialle.

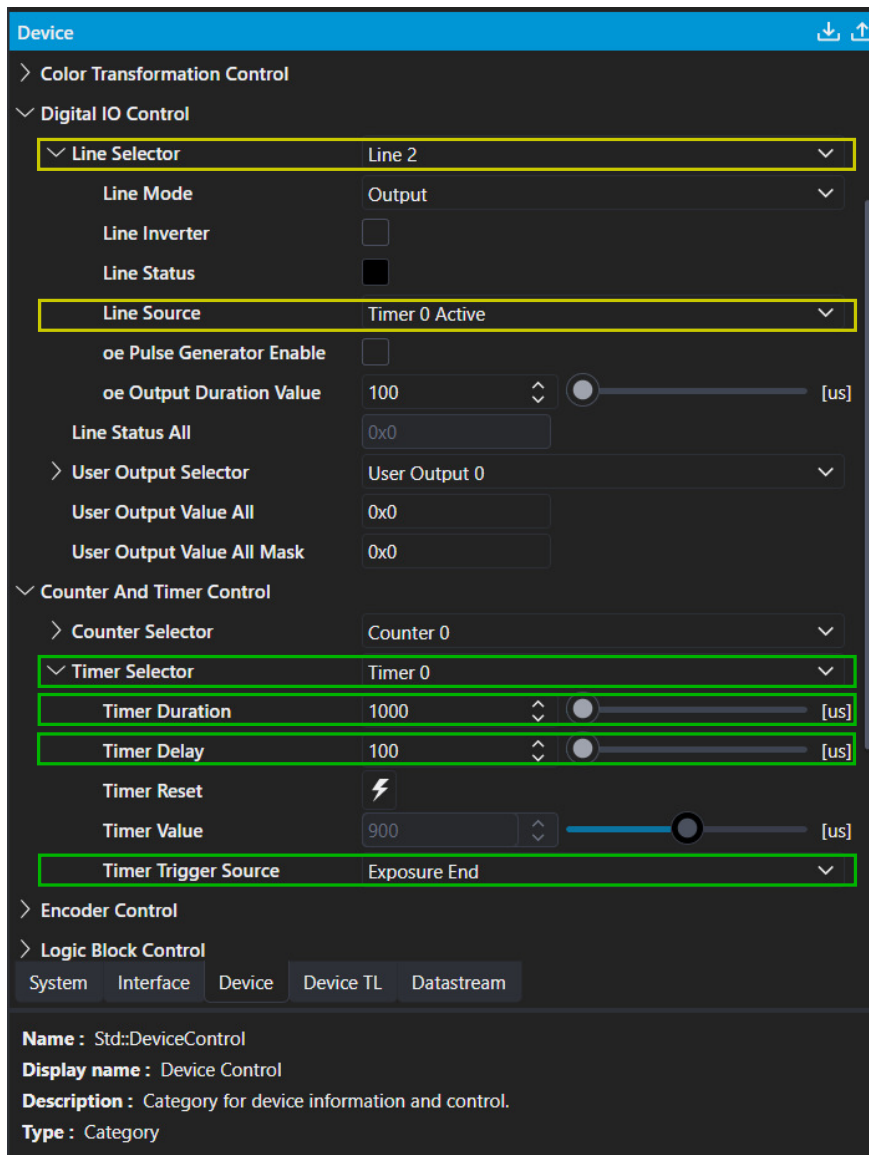


Figure 126: Implementazione di un impulso ritardato in uscita utilizzando Itala View

7.3 Gestione della larghezza di banda in streaming

Itala ha la possibilità di selezionare (e regolare) la frequenza dei fotogrammi complessivi di acquisizione dal sensore di immagine: in particolare, la funzione personalizzata di GenlCam coinvolta nelle impostazioni del throughput del sensore è **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**.

Per impostazione predefinita, **oeAcquisitionFrameRateLimitMode** è impostato su **oeLinkThroughput**.

In questa configurazione, la velocità di acquisizione è limitata dalla larghezza di banda del collegamento gigabit.

Le impostazioni dei sensori (come la logica di attivazione, i periodi di blanking e così via...) vengono calcolate automaticamente in modo da corrispondere al throughput della connessione gigabit, cioè 1 Gbps.

Questo scenario è rappresentato nella Figura 127: i fotogrammi, rappresentati dai blocchi turchesi, vengono acquisiti dal sensore di immagine e memorizzati nel buffer interno della fotocamera; quindi vengono letti dall'applicazione utente.

La figura 127 mostra anche il comportamento del buffer di immagini a bordo: poiché la velocità dei dati *read* è sempre uguale alla velocità dei dati *write*, non c'è la possibilità che la memoria interna sia completamente piena.

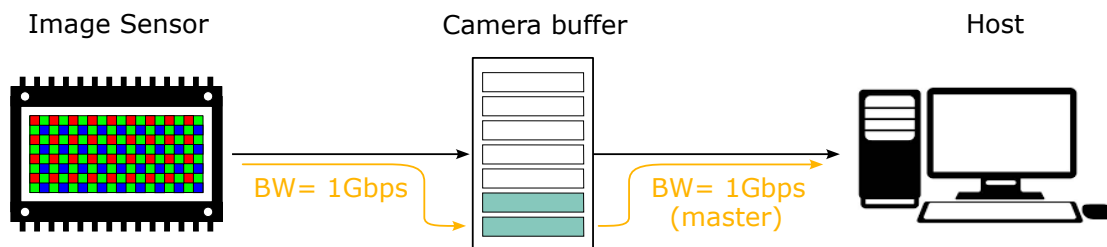


Figure 127: Quando *oeAcquisitionFrameRateLimitMode* = *oeLinkThroughput*, il throughput del sensore viene regolato automaticamente per adattarsi alla larghezza di banda gigabit.

Se invece *oeAcquisitionFrameRateLimitMode* è impostato su **oeSensorThroughput**, il driver della larghezza di banda di acquisizione diventa il sensore di immagine, come illustrato nella figura 128.

In questo caso, la larghezza di banda complessiva tra la telecamera e l'host è ancora limitata dall'interfaccia Ethernet, ma la velocità di acquisizione dei dati non è più legata alla larghezza di banda del collegamento e il suo valore può essere superiore o inferiore alla velocità di collegamento di 1 gigabit, a seconda del modello di sensore di immagine e della sua modalità di funzionamento.

Poiché la velocità di trasmissione dei dati *write* può essere superiore alla velocità di trasmissione

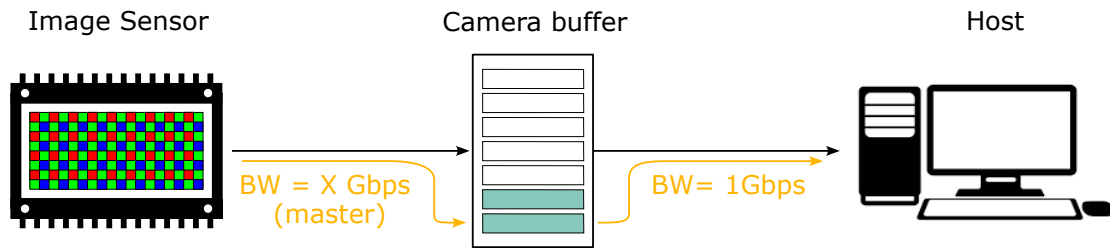


Figure 128: Quando $oeAcquisitionFrameRateLimitMode = oeSensorThroughput$, la larghezza di banda di acquisizione è completamente indipendente dalla larghezza di banda del collegamento.

dei dati *read*, il buffer di immagini interno della telecamera può saturarsi, come illustrato nella figura 129. Quando si verifica questa condizione, può verificarsi un effetto di ritardo durante la visualizzazione dei fotogrammi catturati.

Questo scenario è quasi sempre presente quando Itala è in modalità di acquisizione free-run e $oeAcquisitionFrameRateLimitMode$ è impostato su $oeSensorThroughput$.

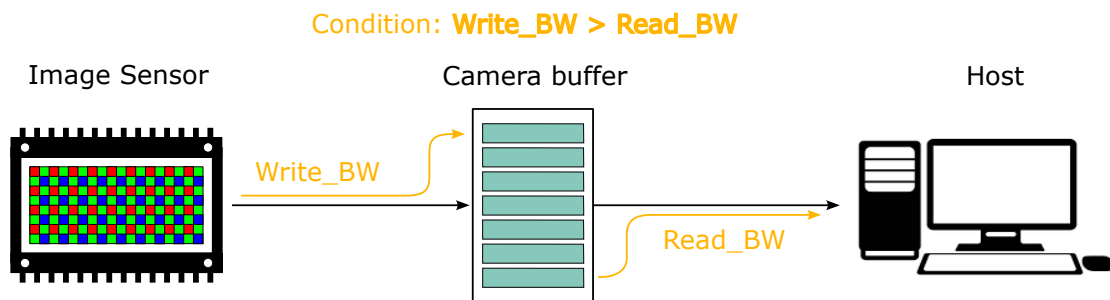


Figure 129: Quando $oeAcquisitionFrameRateLimitMode = oeSensorThroughput$, la condizione *buffer pieno* può verificarsi se l'ampiezza di banda in scrittura è superiore a quella in lettura.

La configurazione $oeSensorThroughput$ mostra i suoi vantaggi quando viene utilizzata in combinazione con la modalità di trigger e le acquisizioni a raffica, cioè quando **TriggerMode** è impostato su ON e **AcquisitionBurstFrameCount** è superiore a 1.

In questo caso, è possibile acquisire le immagini dal sensore di immagine a una frequenza di fotogrammi molto elevata e memorizzarle nel buffer della memoria interna (Fig. 130a), mentre la lettura può avvenire successivamente, con una larghezza di banda inferiore ai gigabit (Fig. 130b).

Un fattore importante da considerare è la dimensione finita del buffer interno: il numero di fotogrammi che possono essere memorizzati è strettamente correlato e dipendente da due parametri: *risoluzione dell'immagine e formato pixel*.

Il numero massimo di fotogrammi che possono essere acquisiti prima della saturazione del buffer

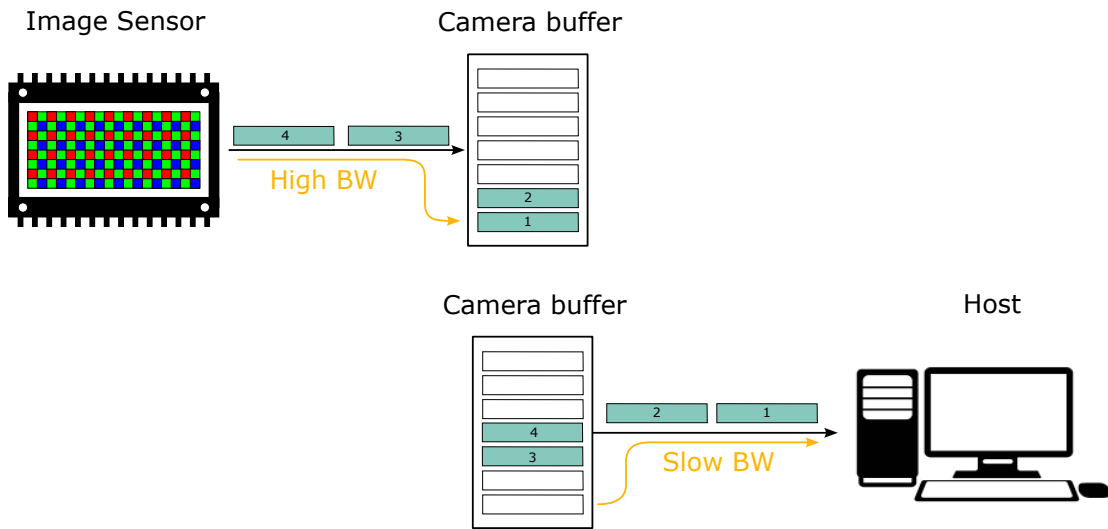


Figure 130: (a) In primo luogo, è possibile attivare l'acquisizione a raffica per acquisire più fotogrammi con un solo segnale di attivazione in ingresso. (b) In secondo luogo, le immagini possono essere trasferite dalla telecamera all'host con una frequenza di fotogrammi più lenta.

è espresso dalla seguente formula:

$$MaxBurstSize = \frac{BufferSize[Mbit]}{Resolution[Mpixel] * BitPerPixel} \quad (16)$$

dove:

- *Buffer Size* è la dimensione del buffer della memoria interna (vedere la sezione 5.1 per informazioni sulla dimensione del buffer).
- *Resolution* è la risoluzione del sensore (larghezza x altezza), espressa in Megapixel.
- *Bit Per Pixel* è il numero di bit associati a ogni singolo pixel dell'immagine.

La tabella 56 riassume brevemente il valore *Bit per pixel* per ciascun formato di pixel supportato dalle fotocamere Itala.

Formato pixel	Bit per pixel
Mono8	8
BayerRG8	8
PolarizedXXMono8	8
PolarizedXXBayerRG8	8
Mono10p	10
BayerRG10p	10

PolarizedXXMono10p	10
PolarizedXXBayerRG10p	10
Mono10Packed	12
BayerRG10Packed	12
PolarizedXXMono10Packed	12
PolarizedXXBayerRG10Packed	12
Mono12p	12
BayerRG12p	12
PolarizedXXMono12p	12
PolarizedXXBayerRG12p	12
Mono12Packed	12
BayerRG12Packed	12
PolarizedXXMono12Packed	12
PolarizedXXBayerRG12Packed	12
YUV411	12
YUV422	16
RGB8	24

Table 56: Ricapitolazione del valore di Bit per Pixel per ogni formato di pixel supportato dalle telecamere Itala

L'esempio seguente mostra un calcolo approssimativo della stima della dimensione massima del burst senza saturazione del buffer.

NOTA: Nell'esempio seguente si considera lo scenario peggiore, in cui il download dei fotogrammi all'applicazione host inizia **dopo** al termine dell'acquisizione del burst.

NOTA: Nell'esempio seguente si considera una dimensione del buffer pari a 384 Mb (cioè 3072 Mbit). Le dimensioni effettive del buffer sono riportate nella sezione 5.1.

Considerando un sensore di immagine **12Mpixel** e un formato pixel impostato su **Mono8**, il numero massimo di fotogrammi che possono essere acquisiti prima della saturazione sarà pari a:

$$MaxBurstSize = \frac{3072Mbit}{12Mpixel * 8} = 32frames \quad (17)$$

Una fotocamera con lo stesso sensore, impostata per lavorare con il formato **RGB8** pixel, avrà una dimensione massima della raffica pari a:

$$MaxBurstSize = \frac{3072Mbit}{12Mpixel * 24} = 10frames \quad (18)$$

7.4 Compatibilità con Cognex Vision Pro

Questa è una piccola guida tecnica che spiega brevemente come configurare Cognex Vision Pro con Itala. Seguire i seguenti passaggi:

1. Collegare la fotocamera...
2. Assicurarsi che la configurazione IPv4 e la modalità IP della telecamera siano corrette.
3. Aprire *Cognex GigE Vision Configuration*.
4. Assicurarsi che il *Performance driver* sia installato.

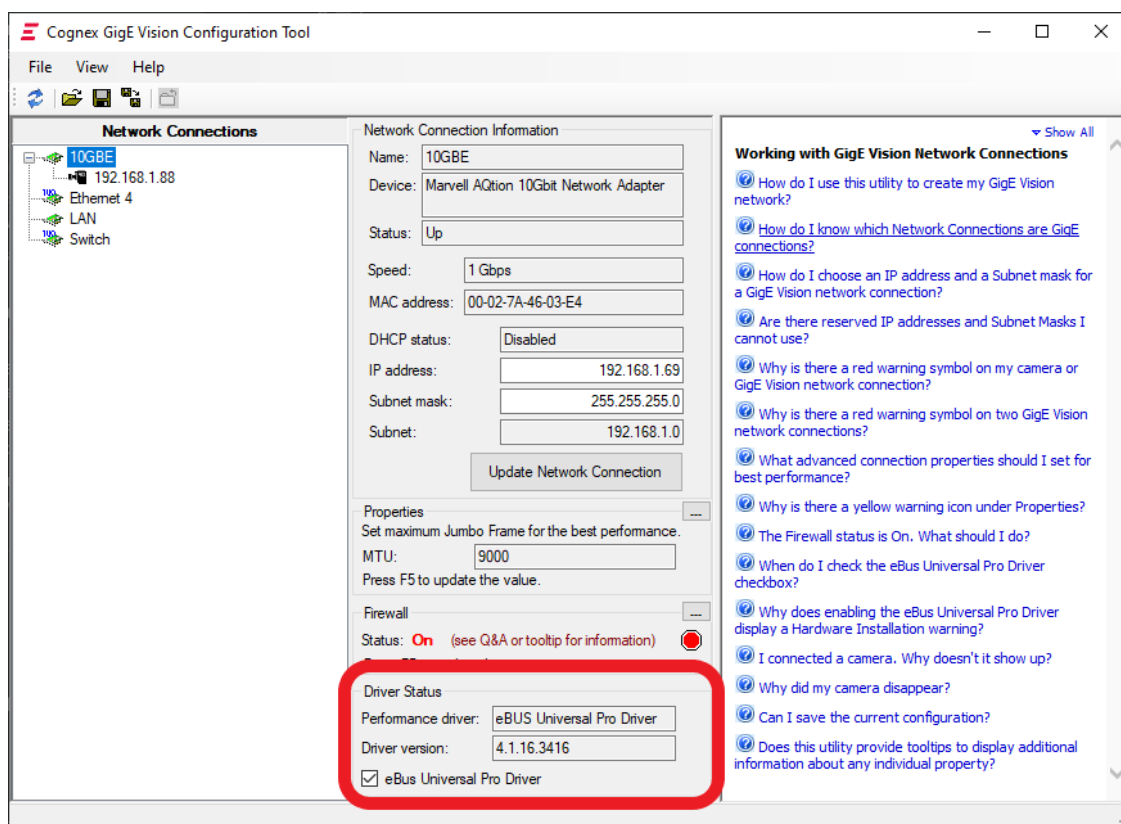
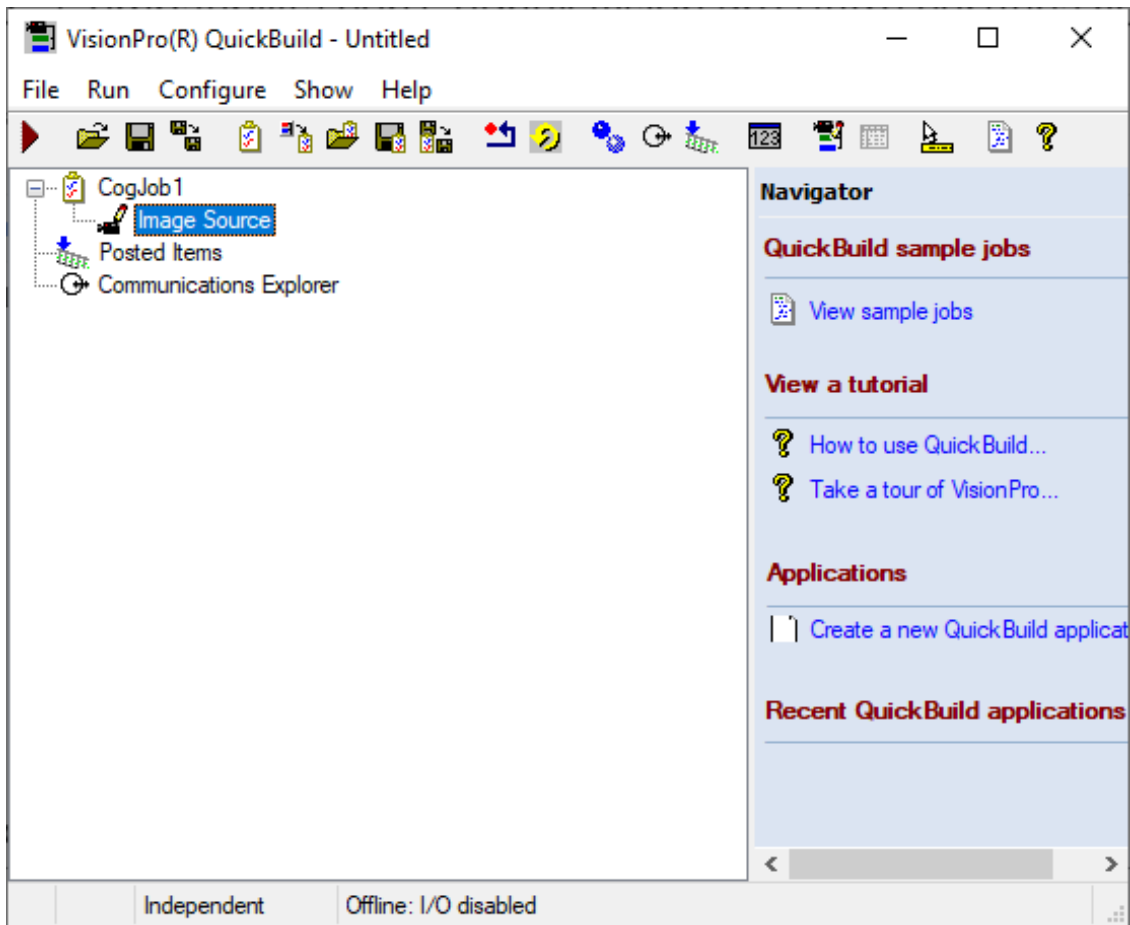
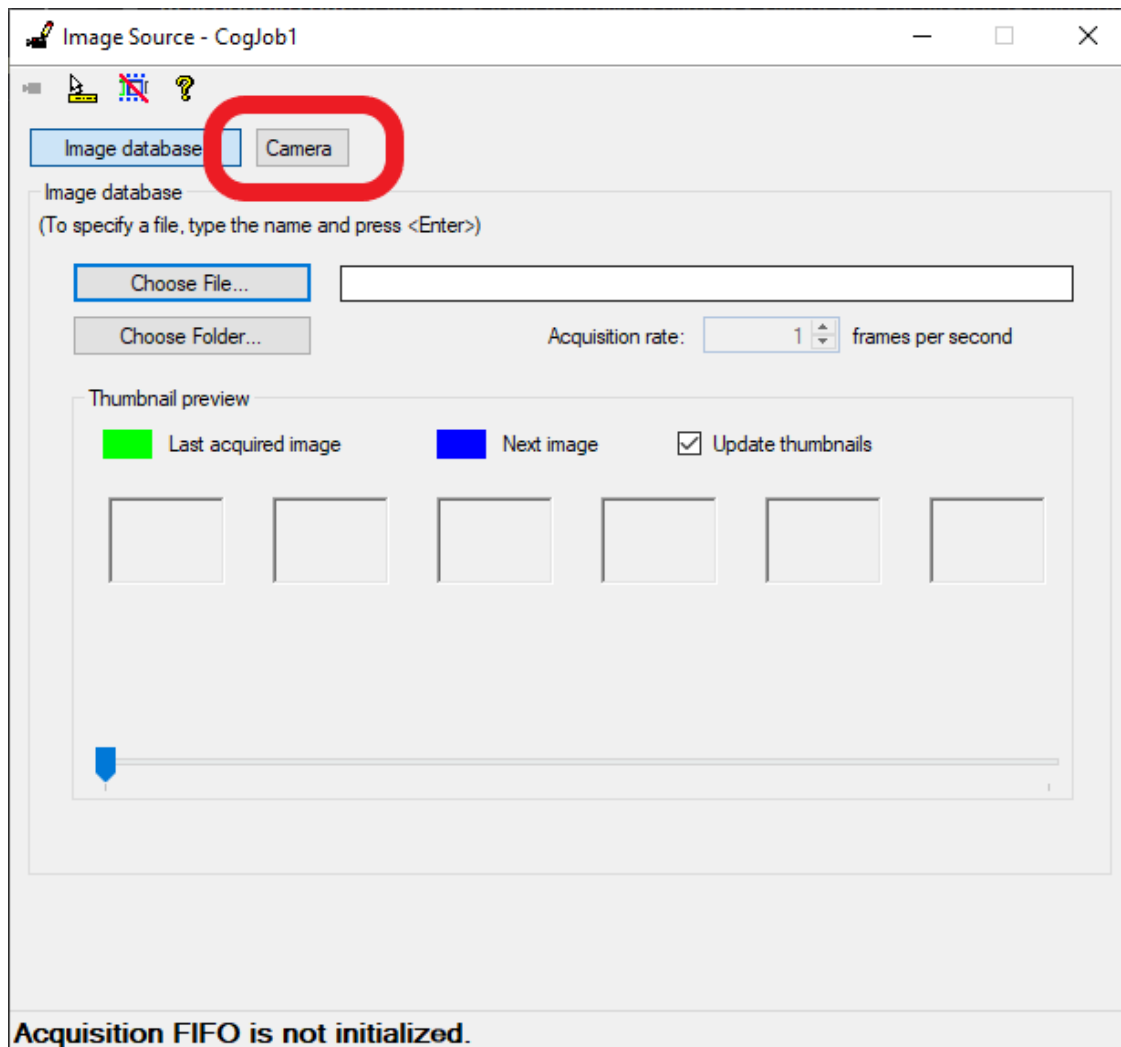


Figure 131: FASE 4 - Finestra *Cognex GigE Vision Configuration Tool*.

5. Aprire *VisionPro QuickBuild*.Figure 132: FASE 5 - Finestra *VisionPro QuickBuild*.

6. Fare doppio clic su *Image Source*.
7. Si apriranno due finestre. Nella finestra *Image Source*, fare clic sul pulsante *Camera*.

Figure 133: FASE 7 - Finestra *Image Source*.

8. Dalla casella combinata selezionare la voce che inizia con *GigEVision*.

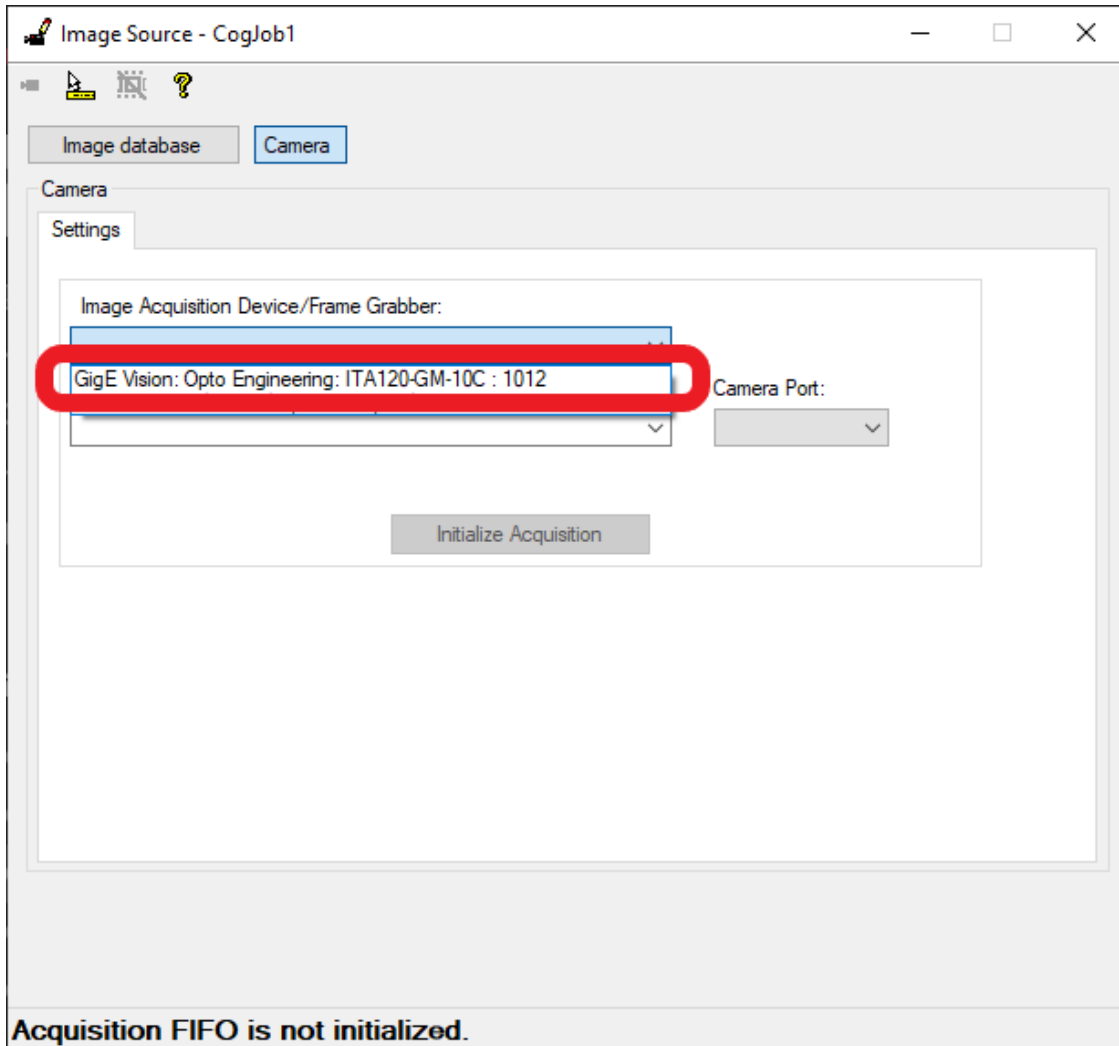


Figure 134: FASE 8 - Finestra *Image Source*, selezione *Image Acquisition Device*.

- Fare clic sulla freccia discendente del campo *Video Formats* e selezionare il formato pixel desiderato.

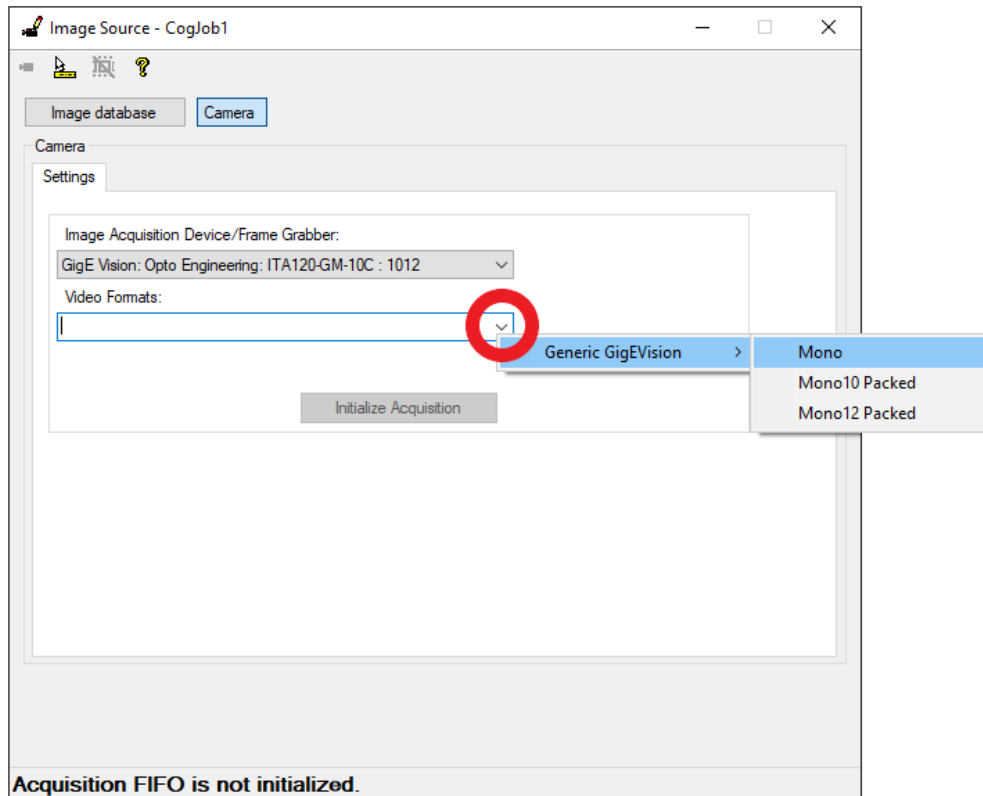


Figure 135: FASE 9 - Finestra *Image Source*, selezione *Video Formats*.

10. Fare clic su *Initialize Acquisition*.

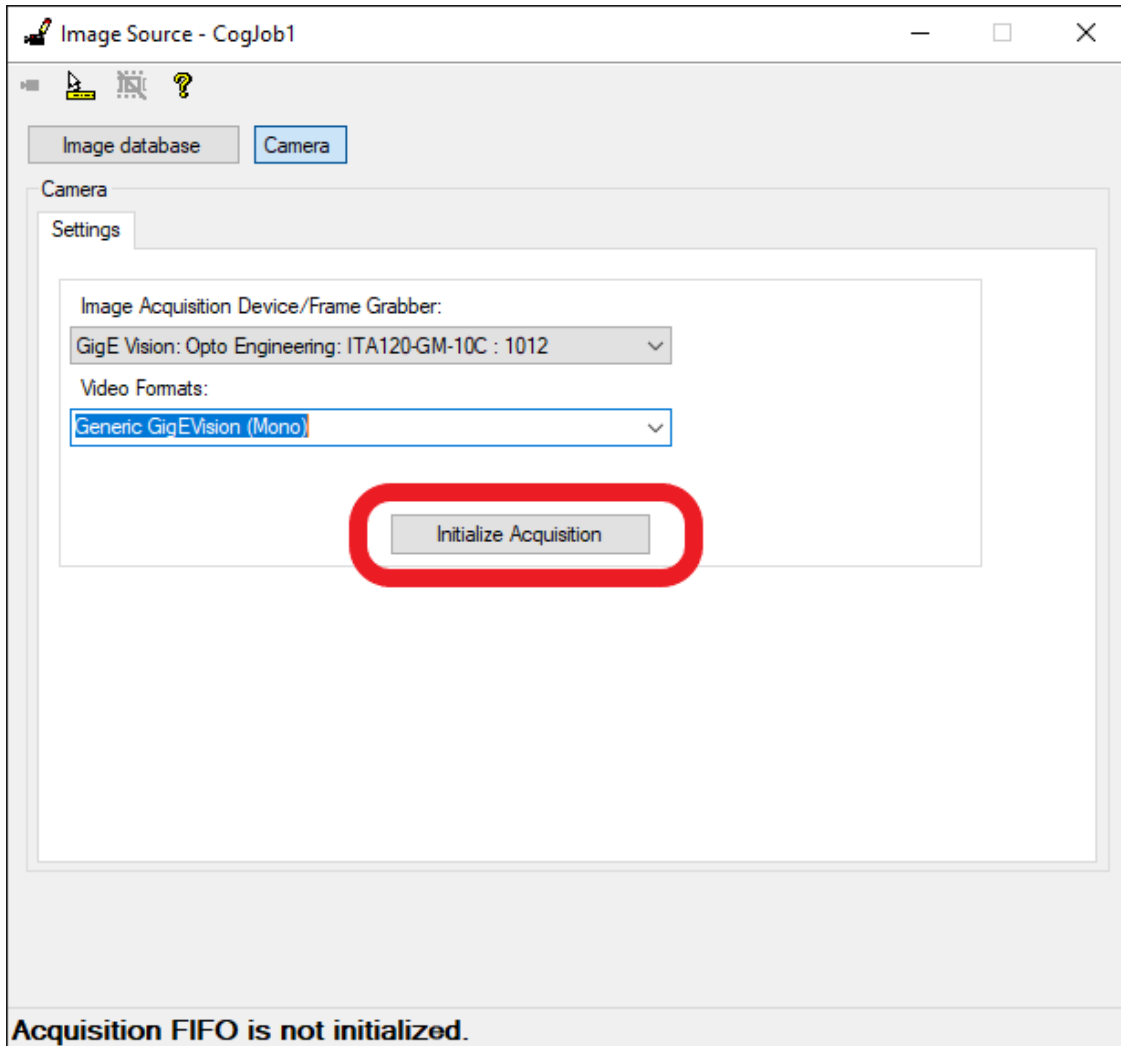


Figure 136: FASE 10 - Finestra *Image Source*, *Initialize Acquisition*.

11. Per un'anteprima dal vivo, fare clic sull'icona della telecamera nell'angolo superiore sinistro della finestra. È possibile impostare anche il tempo di esposizione, la modalità di attivazione e altre impostazioni come le ROI.

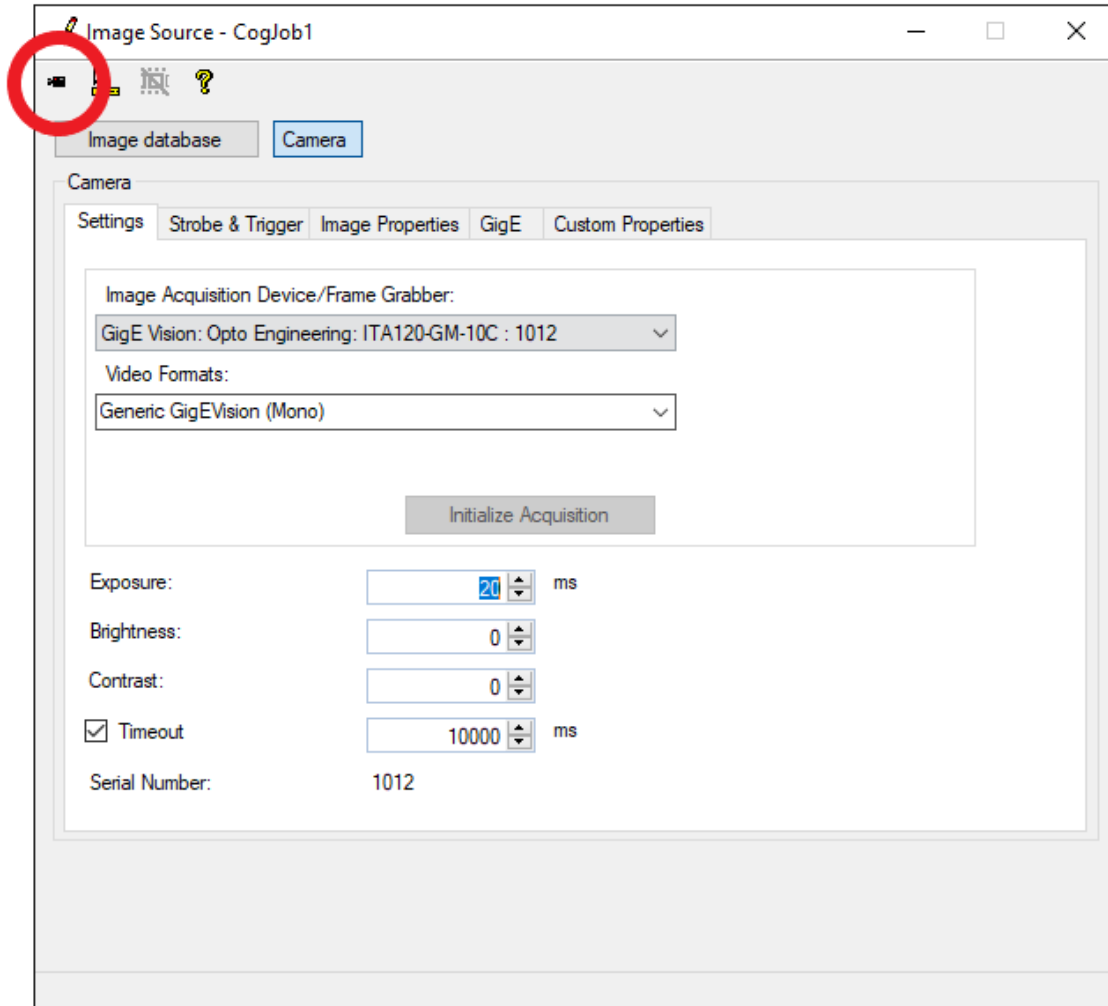


Figure 137: FASE 11 - Finestra *Image Source*, *Live Preview*.

7.5 Esempio di configurazione del controllo sequencer

In questo esempio, definiamo una sequenza di acquisizione con quattro diversi tempi di esposizione sul dispositivo, in cui l'ultimo passaggio viene ripetuto cinque volte.

Tutta la configurazione viene eseguita sul dispositivo stesso, quindi una volta completata la configurazione e avviata l'acquisizione, il dispositivo stesso applicherà le modifiche ai parametri, se necessario. L'applicazione host deve quindi limitarsi ad acquisire le immagini. In questo modo la velocità complessiva dei fotogrammi è molto più elevata rispetto a quella che si otterrebbe applicando le modifiche fotogramma per fotogramma da parte dell'applicazione host.

Il risultato è il seguente diagramma di flusso:

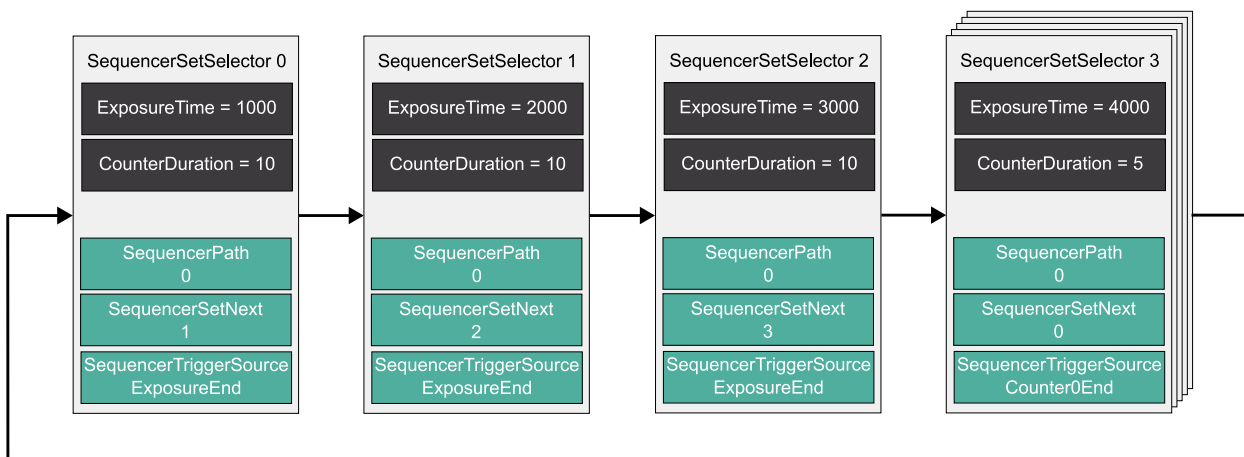


Figure 138: Esempio di diagramma di flusso del controllo del sequenziatore.

Esistono alcune specifiche relative alla funzione di percorso del sequencer:

- Un percorso è inattivo non appena il **SequencerTriggerSource** è spento.
- Se entrambi i percorsi sono inattivi o nessuno dei **SequencerTriggerSource** viene attivato, il sequenziatore rimarrà nel set corrente.
- Se il **SequencerTriggerSource** di entrambi i percorsi viene attivato, verrà seguito il percorso con l'attivazione avvenuta per prima.

7.5.1 Lavorare con i percorsi del sequencer

È possibile definire set con un massimo di due percorsi attivi. Il diagramma seguente mostra un esempio che utilizza le funzioni **ExposureTime** e **oeLiquidLensPower**, dove due percorsi sono definiti in "Set 0" e "Set 1":

- I cicli "Set 0" e "Set 1" si susseguono ad ogni "ExposureEnd" seguendo il percorso 0. Quando il Timer0 termina, il set successivo è "Set 2", seguendo il percorso 1.
- "Set 2" torna a "Set 0" dopo "ExposureEnd"

Impostazioni aggiuntive:

- **TimerDuration** (Timer 0) = 2000000 μ s
- **oeLiquidLensMode** = Power Mode

Il risultato è il seguente diagramma di flusso:

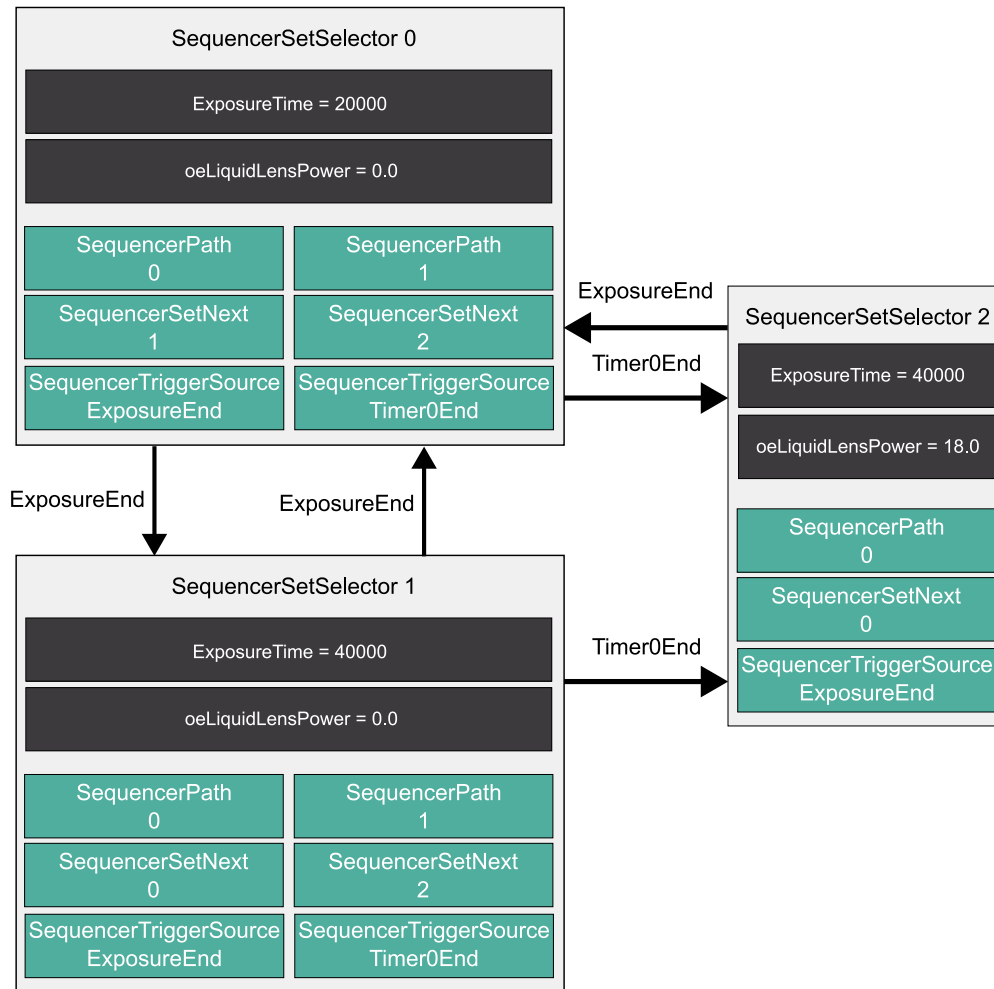


Figure 139: Diagramma di flusso di esempio dei percorsi di controllo del sequenziatore.

8 RISOLUZIONE DEI PROBLEMI

8.1 Non è possibile trovare la fotocamera nell'elenco dei dispositivi disponibili.

Se la fotocamera non viene rilevata e non è disponibile nell'elenco dei dispositivi, verificare i seguenti passaggi:

1. Verificare che la telecamera sia correttamente alimentata. Quando la telecamera è accesa, il LED di stato diventa giallo dopo pochi secondi.
2. Verificare se un firewall sta bloccando la comunicazione tra l'host e il dispositivo.
3. Controllare la configurazione del NIC (network interface controller).
Per impostazione predefinita, la telecamera è configurata per avere un indirizzo IP assegnato da un server DHCP.
L'utente, tuttavia, può assegnare un indirizzo IP statico alla telecamera: in questo caso verificare che la scheda di interfaccia abbia un indirizzo IP adatto, compatibile con quello della telecamera.
In alternativa, utilizzare il codice *IP Configurator tool* per configurare correttamente l'IP della telecamera.
4. Verificare che i driver della scheda di rete siano installati correttamente (e aggiornati all'ultima versione).
5. Se la telecamera è attualmente utilizzata da un'altra applicazione, la telecamera risulta non disponibile per il processo attuale. In questo caso, scollegare la telecamera dall'altra applicazione e collegarla nuovamente all'applicazione desiderata.
6. Verificare che il cavo non sia danneggiato.

8.2 Perché alcune caratteristiche non sono presenti nell'albero Genl-Cam del visualizzatore di telecamere?

Se mancano alcune caratteristiche, controllare i seguenti punti:

1. Verificare che la funzione sia effettivamente disponibile per il modello di fotocamera selezionato.
Ad esempio, le caratteristiche tipiche del colore (come i formati dei pixel RGB) non sono disponibili per le telecamere monocromatiche.
2. Controllare la modalità di visibilità del visualizzatore.
Alcune caratteristiche non sono visibili in *Beginner mode*, ma possono essere visualizzate solo in *Expert mode* o *Guru mode*.
3. Alcune nuove funzioni potrebbero essere aggiunte nelle versioni successive del firmware: verificare che il FW della fotocamera sia sempre aggiornato.

8.3 Perché la fotocamera perde fotogrammi?

Quando la telecamera e/o la scheda di rete non sono configurate correttamente, alcuni fotogrammi potrebbero andare persi.

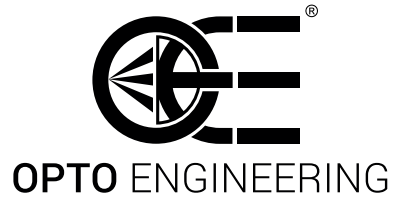
In questo caso, verificare le seguenti cause potenziali:

1. Controllare che il driver di acquisizione GigE Vision sia installato correttamente.
2. Verificare che i driver dell'interfaccia di rete siano aggiornati.
3. Verificare che l'opzione *jumbo packet* della scheda di interfaccia di rete sia abilitata. I pacchetti Jumbo supportano frame di dimensioni superiori a 1500 byte e offrono prestazioni ottimali sulle telecamere a elevata larghezza di banda.
4. Verificare che il buffer di ricezione della scheda di rete sia dimensionato correttamente. In caso di perdite di frame, provare ad aumentare le dimensioni del buffer di ricezione.
5. Verificare che il PC non sia in *modalità di risparmio energetico*. In questo regime di lavoro, le prestazioni della CPU sono fortemente ridotte e possono causare perdite di frame.
6. Verificare che la larghezza di banda corrente non superi la velocità supportata della larghezza di banda del collegamento.

Come regola generale, il BW può essere approssimato abbastanza bene dall'equazione 19:

$$BW[Mbps] = Resolution[Mpixel] * BitPerPixel[bit/pixel] * FrameRate[fps] \quad (19)$$

Oltre a questo controllo, è possibile utilizzare la funzione *DeviceLinkThroughputLimit* per controllare la quantità di larghezza di banda utilizzata dalla telecamera. La velocità massima dei fotogrammi disponibile può diminuire quando questo valore viene abbassato, poiché la larghezza di banda disponibile per la trasmissione è inferiore.



Contact us

EUROPE

**Opto Engineering
Headquarters**

str. Circonvallazione Sud, 15
46100 Mantova, IT
phone: +39 0376 699111
eu@opto-e.com

**Opto Engineering
Germany**

Marktplatz 3,
82031 Grünwald, DE
phone: +49 (0)89 693 9671-0
de@opto-e.com

UNITED STATES

**Opto Engineering
USA**

11321 Richmond Ave
Suite M-105, Houston, TX 77082, USA
phone: +1 832 2129391
us@opto-e.com

ASIA

**Opto Engineering
China**

Room 1903-1904, No.885, Renmin RD
Huangpu District 200010
Shanghai, CN
phone: +86 21 61356711
cn@opto-e.com

www.opto-e.com