

MANUALE DI ISTRUZIONI

ITALA G SERIES

GigE Vision Cameras



Contenuto

1	INFORMAZIONI GENERALI	6
1.1	Limitazione di responsabilità	6
1.2	Uso previsto	6
1.3	Uso vietato	6
1.4	Revisioni	8
1.5	Codice d'ordine	11
2	GARANZIA E CERTIFICAZIONI	13
2.1	Garanzia	13
2.2	Dichiarazione CE	13
2.3	Dichiarazione FCC	13
2.4	Certificazione KC	14
2.5	Urti e vibrazioni	14
2.5.1	ITALA G - ITALA G.EL	14
2.5.2	ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP	15
2.6	RoHS, REACH e WEEE	15
3	INTRODUZIONE	16
3.1	Manuale e convenzioni	16
3.2	Dati di identificazione del prodotto	16
3.3	Condizioni di conservazione e utilizzo	17
3.3.1	Condizioni di conservazione	17
3.3.2	Condizioni operative	17
3.4	Pulizia e manutenzione	18
4	GUIDA RAPIDA	20
4.1	Panoramica	20
4.2	Installazione hardware	20
4.2.1	Installazione della camera	20
4.2.2	Obiettivo	20

4.2.3	Cavo Ethernet	22
4.2.4	Cavo GPIO	23
4.2.5	Lente liquida	25
4.3	Configurazione del sistema	35
4.3.1	Requisiti di sistema	35
4.3.2	Driver della camera	35
4.3.3	Rete e configurazione	38
4.3.4	Gestione della larghezza di banda	39
4.3.5	Gestione dell'alimentazione della NIC	41
4.4	Itala SDK	42
4.5	Utilizzo della camera con Itala API	46
4.5.1	Documentazione di Itala SDK	46
4.6	Utilizzo della camera con software di terze parti	47
4.7	Utilizzo della camera con Itala View	47
4.7.1	Schede e pannelli	47
4.7.2	Configuratore IP	49
4.7.3	Aggiornamento firmware	50
4.7.4	Procedura guidata LUT	53
4.7.5	Procedura guidata per la correzione dei pixel difettosi	54
4.7.6	Procedura guidata per la correzione del colore	55

5 SPECIFICHE TECNICHE 59

5.1	Specifiche tecniche	59
5.2	Specifiche elettriche	62
5.2.1	Specifiche elettriche di ingresso	62
5.2.2	Specifiche elettriche di uscita	64
5.3	Risposta ottica del sensore	66
5.4	Filtri ottici	71
5.5	Specifiche meccaniche	72
5.5.1	Disegni dimensionali	72
5.5.2	Requisiti meccanici GigE Vision	74
5.5.3	Dati di centratura del sensore	74
5.6	Connettori e pinout	75
5.7	Circuito I/O	77
5.7.1	Ingresso opto-isolato	77
5.7.2	Uscita opto-isolata	78
5.8	Indicatori LED	78

6 CARATTERISTICHE DELLA TELECAMERA 80

6.1	Device Control	80
6.1.1	Sensor Temperature Status	82
6.1.2	Bandwidth limit	83
6.2	Image Format Control	83
6.2.1	Pipeline di elaborazione immagine	85
6.2.2	ROI immagine	86
6.2.3	Binning	87
6.2.4	Decimation	88
6.2.5	Readout direction	89
6.2.6	Profondità di bit e pixel format	89
6.2.7	Debayering	105
6.2.8	Test pattern	108
6.3	Acquisition Control	109
6.3.1	Trigger overlap	111
6.3.2	Dual Exposure	113
6.3.3	Trigger delay	115
6.3.4	<i>Timed vs TriggerWidth Exposure Mode</i>	116
6.3.5	Image Compression	117
6.4	Analog Control	118
6.4.1	Gain	119
6.4.2	White balance	120
6.4.3	Gamma correction	122
6.4.4	Black level	123
6.5	OE Auto Functions Control	123
6.5.1	OE AutoAOI	124
6.5.2	OE Autoexposure/Autogain	126
6.6	LUT Control	128
6.6.1	LUT	129
6.7	Color transformation control	130
6.7.1	Color Correction Matrix (CCM)	130
6.7.2	Come eseguire una corretta calibrazione colore	131
6.8	Digital I/O Control	137
6.8.1	Input Stage	138
6.8.2	Debouncer	139
6.8.3	Output stage	142
6.9	Counter and Timer Control	143
6.10	Encoder Control	144

6.10.1	Encoder interface	144
6.10.2	Encoder output mode	145
6.10.3	Encoder mode	145
6.10.4	Gestione del wrapping di EncoderValue	146
6.11	Logic Block Control	147
6.11.1	Modulo Logic block	148
6.12	Action Control	149
6.12.1	Action Command	149
6.12.2	Scheduled Action Command	150
6.13	Event Control	151
6.13.1	Exposure End Event	153
6.13.2	Frame Trigger Missed Event	153
6.13.3	Frame Trigger Ready Event	154
6.13.4	Line 0 Rising Edge Event	155
6.13.5	Line 1 Rising Edge Event	155
6.13.6	Test Event	156
6.13.7	Autofocus Done Event	156
6.13.8	Sensor Temperature Event	156
6.13.9	Event Lost Event	157
6.13.10	Buffer Full Event	158
6.13.11	Buffer Ready Event	159
6.13.12	Transfer Skipped Event	159
6.14	User Set Control	160
6.15	Chunk Data Control	161
6.15.1	Chunk Data	162
6.15.2	Chunk Data: esempio applicativo	163
6.15.3	OE Serial Interface Control	164
6.16	Serial interface	165
6.17	OE Liquid Lens Control	167
6.17.1	Liquid Lens interface	169
6.17.2	Autofocus	170
6.18	OE Defective Pixel Correction Control	174
6.18.1	Correzione dei pixel difettosi	175
6.19	Test Control	176
6.20	Transport Layer Control	176
6.20.1	Precision Time Protocol (PTP)	180
6.21	Sequencer Control	180
6.21.1	Panoramica del Sequencer	181

6.21.2	Configurazione di un Sequencer set	181
--------	--	-----

7 CASI D'USO 184

7.1	Esempi di collegamento	184
7.1.1	Attivazione della telecamera tramite un dispositivo esterno	184
7.1.2	Sincronizzazione di un dispositivo esterno con le telecamere Itala	185
7.2	Come aggiungere un ritardo sulle linee di uscita della telecamera	187
7.3	Gestione della larghezza di banda di streaming	189
7.4	Compatibilità con Cognex Vision Pro	193
7.5	Esempio di configurazione del controllo sequenziale	200
7.5.1	Utilizzo dei percorsi del sequencer	200

8 RISOLUZIONE DEI PROBLEMI 202

8.1	La telecamera non viene trovata nell'elenco dei dispositivi disponibili	202
8.2	Perché alcune funzionalità non sono presenti nell'albero GenICam del visualizzatore della telecamera?	202
8.3	Perché la telecamera presenta perdite di frame?	203

1 INFORMAZIONI GENERALI

1.1 Limitazione di responsabilità

Utilizzare e conservare sempre i prodotti Opto Engineering® nelle condizioni prescritte per garantirne il corretto funzionamento. Il mancato rispetto delle seguenti condizioni può ridurre la durata del prodotto e/o causare malfunzionamenti, degradazione delle prestazioni o guasti.

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

Tutti i marchi citati nel presente documento appartengono ai rispettivi proprietari. Salvo ove vietato dalla legge:

- Tutto l'hardware, il software e la documentazione sono forniti "così come sono".
- Opto Engineering® non accetta alcuna responsabilità per danni consequenziali di alcun tipo.

Al ricevimento del prodotto Opto Engineering®, esaminarlo visivamente per verificare eventuali danni durante il trasporto. Se il prodotto risulta danneggiato al momento della consegna, contattare immediatamente Opto Engineering®.

1.2 Uso previsto

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

Si noti che questo prodotto non è destinato all'uso come telecamera TVCC in un sistema di videosorveglianza.

1.3 Uso vietato

Leggere le seguenti note prima di utilizzare la telecamera.

Contattare il distributore o il rivenditore per qualsiasi dubbio o ulteriore consulenza.

- Non smontare, modificare o riparare il prodotto autonomamente. Potrebbe causare malfunzionamenti permanenti o persino incendi o scosse elettriche, con possibili gravi lesioni;
- Non collocare il prodotto in luoghi polverosi, umidi o caldi né vicino a fiamme. Tali condizioni possono causare malfunzionamenti e danni o persino incendi o scosse elettriche, con possibili gravi lesioni;

- Non spruzzare insetticidi né applicare altre sostanze chimiche volatili sul prodotto o nelle sue vicinanze;
- Questo dispositivo non deve essere utilizzato in applicazioni in cui un suo guasto potrebbe causare pericoli per la salute umana o danni ad altre apparecchiature. Tenere presente che, se il dispositivo viene utilizzato in modo non previsto dal produttore, la protezione garantita dai suoi circuiti e dal suo involucro potrebbe risultare compromessa;
- Questo dispositivo è 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 guasti ed essere pericolose per la salute umana;
- Questo dispositivo dispone di una protezione limitata contro i transitori causati da carichi induttivi. Se necessario, utilizzare dispositivi di protezione esterni come diodi veloci o, preferibilmente, specifici proteggi-transitori;
- Non consentire l'ingresso di corpi estranei nell'unità né far cadere oggetti in fori, morsetti e altre aperture o spazi. Ciò potrebbe causare incendi o scosse elettriche, con possibili gravi lesioni;
- Scollegare il cavo di alimentazione prima di spostare il prodotto. Il mancato rispetto di questa precauzione può danneggiare il cavo di alimentazione, causare incendi o scosse elettriche, con possibili gravi lesioni;
- Non graffiare, tagliare, aprire o torcere i cavi di alimentazione. Potrebbe causare malfunzionamenti, incendi o scosse elettriche, con possibili gravi lesioni;
- Se il cavo di alimentazione è danneggiato o presenta crepe, contattare il supporto tecnico e non utilizzare il prodotto. I cavi danneggiati possono causare malfunzionamenti, incendi o scosse elettriche, con possibili gravi lesioni;
- Non inserire o rimuovere la spina del cavo di alimentazione con le mani bagnate. Potrebbe causare scosse elettriche, con possibili gravi lesioni;
- Non utilizzare il prodotto in presenza di gas infiammabili. Potrebbe causare esplosioni e fiamme, con possibili gravi lesioni;
- Se si notano anomalie come odori, fumo o surriscaldamento, spegnere l'alimentazione e scollegare i cavi di alimentazione. Continuare a utilizzare il prodotto in queste condizioni può causare incendi o scosse elettriche, con possibili gravi lesioni;
- Se il prodotto è caduto o il suo corpo è danneggiato, spegnere l'alimentazione e scollegare i cavi di alimentazione. Continuare a utilizzare il prodotto in queste condizioni può causare incendi o scosse elettriche, con possibili gravi lesioni.

1.4 Revisioni

Nella Tabella 1 sono elencate tutte le revisioni del manuale utente.

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

Rev.	Data	Descrizione	Ver. FW
1.0	22/09/2021	Prima versione del manuale	1.0.0 - 1.1.2
1.1	14/06/2022	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunti riferimenti a nuove funzionalità della telecamera - Aggiunta sezione installazione SDK - Aggiunta sezione installazione driver - Aggiunta sezione avvio rapido Itala View - Aggiunte sezioni wizards di Itala View 	1.1.3 - 1.1.5
1.2	10/02/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta procedura di calibrazione CCM - Aggiunta funzionalità TimerDelay - Aggiunti riferimenti alla documentazione SDK - Aggiunta documentazione PTP - Aggiornate condizioni di conservazione e operative - Aggiornata risoluzione ADC del sensore - Aggiunti riferimenti alle specifiche meccaniche GigE - Aggiunti nuovi codici prodotto 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 funzionalità TriggerDelay - Aggiunta funzionalità Action Commands - Aggiunta configurazione interfaccia seriale - Aggiunto protocollo seriale (ASCII, Modbus, Binary) - Aggiunta funzionalità PTP offset from UTC 	1.3.0 - 1.3.2
1.4	04/05/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta funzionalità DualExposure - Aggiunti nuovi codici prodotto nella sezione "Codice d'ordine" - Aggiunta variante nella sezione "Codice d'ordine" - Aggiornato ritardo ingresso trigger nelle "Specifiche elettriche" 	1.4.0
1.5	30/05/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta funzionalità TestControl - Aggiornata formula del limite di banda - Aggiornato attributo di accesso di alcune funzionalità - Aggiunta sezione Action Command - Correzione dei tempi Dual Exposure 	1.4.1 - 1.5.3

1.6	04/08/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunto caso d'uso "Gestione della banda di streaming" - Aggiunta nota di attenzione nella sezione di installazione hardware della lente liquida - Aggiunti dati di 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 Cognex Vision Pro - Aggiornata sezione modalità uscita encoder - Aggiunta sezione modalità encoder - Aggiornati i tempi Dual Exposure 	1.5.3 - 2.0.0
1.9	07/11/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiornata la procedura di aggiornamento firmware - Aggiunta nota alla funzionalità TriggerWidth Exposure 	2.0.0 - 2.0.2
1.10	20/11/2023	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta nota alla funzionalità DualExposure - Aggiunta nota alla funzionalità TriggerWidth Exposure 	2.0.0 - 2.0.2
1.11	16/01/2024	<ul style="list-style-type: none"> - Correzione della sequenza del pattern di test monocromatico - Aggiornamento dei grafici di risposta ottica dei sensori - Revisione di tutti i nomi delle funzionalità citati nel documento - Aggiunta sezione Sequencer Control - Aggiunto caso d'uso configurazione sequencer 	2.1.0 - 2.1.2
1.12	30/05/2024	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta informazione sulla classificazione Dual Use per le telecamere IMX990 - Aggiunte funzionalità ChunkSequencerSetActive - Aggiunta nota sulla priorità dei percorsi del sequencer - Migliorato l'esempio multi-percorso del sequencer - Aggiunto supporto IMX249 (codice d'ordine, dual exposure, grafici QE) - Correzione dei tempi Dual Exposure - Correzione del PSD del test di vibrazione casuale - Aggiunti dati di centratura del sensore - Aggiornati i tempi Dual Exposure - Aggiornate le informazioni 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 sezione Autofocus - Aggiunta sezione compressione immagine - Aggiunti dati chunk encoder e contatore - Aggiunti formati pixel polarizzati 	2.3.0

1.14	20/12/2024	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunta informazioni sulla pressione del dispositivo - Aggiunto formato pixel YUV411 - Aggiunta sezione installazione driver Linux - Aggiunte specifiche Itala G.IP - Aggiunto evento AutofocusDone - Aggiunta funzionalità oeLiquidLensAutofocusTriggerSource - Aggiunta funzionalità oeFramesInBuffer - Aggiunta specifica della coppia per le viti di montaggio - Rimossa opzione attacco F - Aggiunta corrente massima disponibile sulle uscite digitali - Aggiunti requisiti di alimentazione per soddisfare la norma 62368-1 	2.4.0 - 2.5.1
1.15	26/08/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentato il numero di set del sequencer - Aggiunta sezione 4.3.5 - Aggiornata la compatibilità con le versioni di Ubuntu - Aggiornata la codifica dei colori dei LED 	≥ 3.0.0
1.16	26/09/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunto supporto per Ubuntu arm64 	≥ 3.0.0
1.17	19/02/2026	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunto HW testato per la piattaforma arm64 - Aggiunta configurazione IP per Ubuntu - Aggiunta configurazione jumbo frame per Ubuntu - Aggiunta gestione NIC power management per Ubuntu - Aggiunte istruzioni di installazione SDK per Ubuntu - Aggiunte specifiche del connettore GigE Vision - Aggiornate le istruzioni di pulizia della telecamera - Aggiunte funzionalità lenti liquide Corning® Varioptic® - Aggiunta sezione Stato Temperatura Sensore - Aggiunte descrizioni degli eventi - Aggiunta sezione Debounce e Deglitch - Aggiunta sezione Profondità di bit e Formato pixel - Aggiunta sezione Debayering - Aggiunta sezione Chunk Data - Aggiunta sezione Pipeline di elaborazione immagini - Aggiunta sezione OE AutoAOI 	≥ 3.2.0
1.18	15/06/2026	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunto algoritmo di autofocus iterativo - Aggiunto supporto autofocus per lenti liquide Corning® Varioptic® 	≥ 3.3.0
1.19	29/06/2026	<ul style="list-style-type: none"> - Aggiunte le specifiche di Itala G.EL.IP 	≥ 3.3.0

Table 1: Revisioni del manuale

1.5 Codice d'ordine

Il codice prodotto della telecamera è composto come segue:

ITA000-WX-00Y-ZZ

Il codice d'ordine è spiegato nella Tabella 2.

Fare riferimento al sito web di Opto Engineering per verificare la disponibilità del codice prodotto desiderato.

NOTA: *ITA13-GM-10C-SWIR è soggetto a normative di controllo all'esportazione e potrebbe richiedere informazioni scritte sull'uso finale previsto e sulla destinazione finale.
Classificazione Dual Use: 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™ sensore 1a/2a gen
		2X	Sony IMX Pregius S™ sensore 4a gen
Y	Attacco	C	C-mount
		J	J-mount (M42x1 FD 12)
ZZ	Funzionalità opzionali	-	Versione standard
		EL	Con controller lente liquida
		PL	Sensore polarizzato Polarsens™
		SWIR	VIS-SWIR sensore SenSWIR™
		IP	Corpo IP67
		EL-IP	Corpo IP67 con controller lente liquida

Table 2: Codice d'ordine

2 GARANZIA E CERTIFICAZIONI

2.1 Garanzia

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

La garanzia copre la sostituzione o la riparazione della parte difettosa (componenti, dispositivo o sua parte), con 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 causato da agenti atmosferici e dall'ambiente esterno sono escluse dalla garanzia. Sono inoltre esclusi dalla garanzia tutti i guasti causati da manutenzione assente, insufficiente o errata eseguita da personale non qualificato o non autorizzato, oppure dovuti a utilizzo improprio o a sostituzioni, modifiche o riparazioni non autorizzate.

La validità generale della garanzia dipende da:

- La manutenzione venga eseguita correttamente come descritto nel manuale del dispositivo;
- L'utilizzo del dispositivo avvenga secondo le modalità specificate nel presente manuale.

2.2 Dichiarazione CE

Le telecamere Itala sono conformi alla direttiva EMC 2014/30/UE e rispettano pertanto i 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. Tali limiti sono concepiti per fornire una protezione ragionevole contro le interferenze dannose in un'installazione residenziale. Questa apparecchiatura genera, utilizza e può irradiare energia a radiofrequenza e, se non installata e utilizzata in conformità alle istruzioni, può causare interferenze dannose alle comunicazioni radio. Tuttavia, non vi è alcuna garanzia che non si verifichino interferenze in una particolare installazione. Se questa apparecchiatura dovesse causare interferenze dannose alla ricezione radio o televisiva,

verificabile spegnendo e riaccendendo l'apparecchiatura, si invita l'utente a tentare di correggere il problema adottando una o più delle seguenti misure:

- Riorientare o riposizionare l'antenna ricevente.
- Aumentare la distanza tra l'apparecchiatura e il ricevitore.
- Collegare l'apparecchiatura a una presa su un circuito diverso da quello a cui è collegato il ricevitore.
- Consultare il rivenditore o un tecnico radio/TV esperto per assistenza.

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 obbligatoria che garantisce che solo i prodotti certificati da organismi riconosciuti possano accedere al 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, eseguire la scansione del codice QR sul prodotto o sulla sua 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 - ITALA 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 - ITALA G.EL.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 denominata produttore, fornisce tutte le informazioni necessarie in questo manuale di installazione, uso e manutenzione in modo chiaro e semplice per installare, utilizzare e gestire il prodotto Itala.

I destinatari di questo manuale sono tutti coloro che possiedono le conoscenze, l'esperienza e la capacità di comprendere le norme, le prescrizioni e le misure di sicurezza indicate nel presente manuale. Tali persone saranno in seguito identificate come personale qualificato autorizzato al trasporto, all'installazione, all'utilizzo e alla manutenzione dei prodotti descritti in questo manuale.

Questo materiale può essere utilizzato esclusivamente dal cliente a cui il manuale è stato consegnato, al fine di installare, utilizzare e gestire il prodotto.

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

Nel presente documento vengono utilizzate le seguenti convenzioni tipografiche:

NOTA: le note contengono informazioni importanti. Sono evidenziate al di fuori del testo a cui si riferiscono



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



PERICOLO: queste indicazioni evidenziano procedure che, se non osservate in tutto o in parte, possono causare lesioni o danni alla 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 è posta anche sul lato posteriore della telecamera, vicino ai connettori.

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

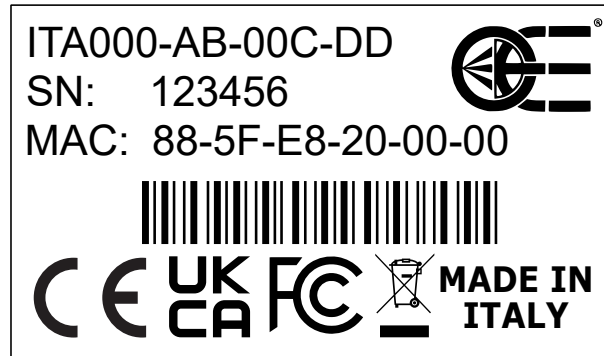


Figure 1: Esempio di etichetta della telecamera.

3.3 Condizioni di conservazione e utilizzo

3.3.1 Condizioni di conservazione

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

Evitare shock termici non esponendo il prodotto a variazioni brusche di temperatura.

Conservare il prodotto in un luogo asciutto: ambiente di conservazione con umidità relativa (UR) inferiore all'80% (senza condensazione).

3.3.2 Condizioni operative

Le temperature estreme influenzano il funzionamento del prodotto, in particolare i componenti elettronici.

Evitare shock termici non esponendo il prodotto a variazioni brusche di temperatura.

Poiché il prodotto contiene componenti elettronici, può generare calore durante il funzionamento: è molto importante dissipare un'adeguata quantità 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 (UR) inferiore all'80% (senza condensazione).

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

- Ambienti con forti campi elettrici/magnetici.
- Luoghi esposti alla luce solare diretta, alla pioggia o alla neve.
- Ambienti esposti a gas particolari e sostanze pericolose.
- In sistemi con vibrazioni molto intense.

- Luoghi polverosi.
- Luoghi eccessivamente umidi.
- Ambienti con temperature eccessivamente alte o basse.

Le telecamere Itala sono state sottoposte a test in camera climatica per verificarne le prestazioni in temperatura.



ATTENZIONE: La qualità del sensore immagine si degrada facilmente quando la sua temperatura supera il range $-10^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$ (temperatura di giunzione).

In ogni caso non superare mai la temperatura massima assoluta del sensore di 100°C .

Leggere la funzionalità GenIcam **Device Temperature** → **Sensor** per monitorare la temperatura del sensore e non superare i valori massimi assoluti.

Opto Engineering non sarà responsabile in caso di guasti dovuti a surriscaldamento.



ATTENZIONE: La temperatura del corpo non deve superare il range $-25^{\circ}\text{C} \div 65^{\circ}\text{C}$.

La temperatura del corpo è stata misurata sulla parte esterna del corpo in alluminio, in prossimità dell'attacco della telecamera.



ATTENZIONE: La temperatura ambiente e quella del corpo possono differire notevolmente in caso di scarsa dissipazione termica.

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

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

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

3.4 Pulizia e manutenzione

Anche se la telecamera è dotata di un robusto corpo meccanico, è necessario seguire alcune precauzioni per non danneggiarla.



ATTENZIONE: non tentare di smontare la telecamera per la pulizia. I componenti interni sono estremamente sensibili e una manipolazione impropria può causare danni permanenti o invalidare la garanzia. Tutta la pulizia deve essere eseguita esternamente seguendo le procedure raccomandate.

Corpo



ATTENZIONE: evitare l'uso di prodotti chimici di pulizia non idonei come benzene, acetone, diluenti, detergenti spray.

Per pulire il corpo della telecamera, utilizzare una piccola quantità di detergente neutro applicato con un panno morbido o un pennello, quindi asciugare.

Vetro di protezione del sensore / filtro



ATTENZIONE: evitare l'uso di prodotti chimici di pulizia non idonei come benzene, acetone, diluenti, detergenti spray.



ATTENZIONE: non utilizzare aria compressa ad alta pressione, poiché può spingere particelle di polvere all'interno dell'assemblaggio della telecamera. Se assolutamente necessario, utilizzare solo aria a pressione molto bassa erogata tramite un ugello fino e regolata da un apposito riduttore di pressione.

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

4 GUIDA RAPIDA

4.1 Panoramica

Itala è una **camera Gigabit Ethernet** industriale conforme alle specifiche *GigE Vision* e *GenICam*. Questa camera è in grado di trasferire dati di immagine ad elevati framerate e su lunghe distanze, fino a centinaia di metri.

Appositamente progettate per ambienti industriali difficili, le camere Itala garantiscono un funzionamento affidabile e prestazioni di alto livello nella loro categoria. La conformità agli standard *GigE Vision* e *GenICam* consente una facile integrazione e sostituzione della camera. Grazie alle opzioni di alimentazione flessibili (12-24 Vdc e **Power over Ethernet**), le camere Itala sono compatibili con la maggior parte dei sistemi di visione, consentendo configurazioni di cablaggio semplici e flessibili.

4.2 Installazione hardware

4.2.1 Installazione della camera

La camera è dotata di 4 fori filettati M3 per lato, che consentono un montaggio flessibile e robusto. Si raccomanda di montare la camera su un oggetto metallico tramite una staffa metallica, al fine di facilitare la dissipazione del calore. Prima di installare la camera, assicurarsi di allinearla correttamente secondo le esigenze dell'applicazione. Tenere presente che è possibile sfruttare le funzionalità **ReverseX** e **ReverseY** per ribaltare l'immagine sugli assi X e Y direttamente in camera, senza perdita di prestazioni.

È necessario prevedere uno spazio adeguato per garantire una buona gestione dei cavi sul retro della camera.

NOTA: serrare le viti con una coppia di 1,2-1,4 Nm. Utilizzare un liquido bloccante per le viti se il dispositivo è soggetto a elevati livelli di vibrazione.

4.2.2 Obiettivo

ITALA G - ITALA G.EL

Le camere con contenitore **TYPE 1** sono dotate di un attacco standard **C-mount** (diametro 1 pollice, 32 filetti per pollice), con una distanza di flangia di 17,526 mm.

Le camere con contenitore **TYPE 2** sono dotate di un attacco filettato **M42x1**, con una distanza di flangia di 12 mm.

Vedere la sezione 5.5 per i disegni dimensionali delle camere.

Prima di installare l'obiettivo, assicurarsi che l'obiettivo e il vetro di protezione della camera siano perfettamente puliti. Fare riferimento alla sezione 3.4 per le istruzioni di pulizia.

NOTA: per obiettivi pesanti, considerare di montare l'obiettivo direttamente tramite un apposito sistema di bloccaggio anziché fare affidamento sui fori di montaggio della camera. Se l'obiettivo consente di regolare la fase dell'attacco, questa operazione è semplice. In caso contrario, è necessario assicurarsi che l'orientamento della camera sia corretto dopo averla avvitata in posizione finale.

ITALA G.IP

Le camere con contenitore **IP67** sono dotate di un attacco standard **C-mount** (diametro 1 pollice, 32 filetti per pollice), con una distanza di flangia di 17,526 mm. Vedere la sezione 5.5 per i disegni dimensionali delle camere.

Prima di installare l'obiettivo, assicurarsi che l'obiettivo e il vetro di protezione della camera siano perfettamente puliti. Fare riferimento alla sezione 3.4 per le istruzioni di pulizia.



ATTENZIONE: è necessario un apposito contenitore per l'obiettivo per ottenere la piena protezione IP67.



Figure 2: Installazione del contenitore obiettivo IP67.

L'**Adattatore** deve essere adeguatamente serrato sull'attacco C-mount per garantire una buona tenuta. L'**Anello di bloccaggio dell'adattatore** è progettato per bloccare l'**Adattatore** in posizione e impedirne lo spostamento. L'**Estensore** è opzionale e la sua installazione dipende dalle dimensioni dell'obiettivo. Anche il **Tubo obiettivo** deve essere serrato per garantire una buona tenuta.



ATTENZIONE: non serrare eccessivamente le parti del contenitore obiettivo, poiché ciò potrebbe danneggiare la camera e il contenitore.

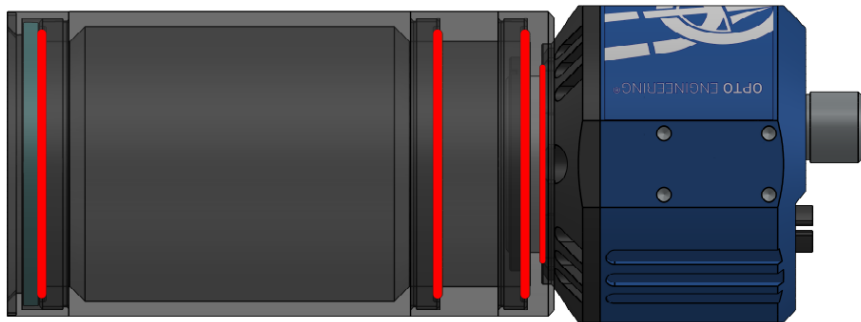


Figure 3: Posizionamento degli O-ring per il contenitore obiettivo IP67.



PERICOLO: assicurarsi che tutti gli O-ring richiesti dalle parti meccaniche del contenitore obiettivo siano posizionati correttamente per garantire una buona tenuta. La mancata osservanza di questa istruzione potrebbe causare danni alla camera.

ITALA G.EL.IP

Vedere la sezione 4.2.5 per le istruzioni sull'installazione di una lente liquida in un gruppo IP67.

4.2.3 Cavo Ethernet

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

Si consiglia di utilizzare un cavo schermato per migliorare l'immunità EMI del sistema, in particolare negli ambienti industriali difficili.

Se si intende alimentare la camera tramite PoE (Power over Ethernet), collegare il cavo a un iniettore PoE o a una NIC (scheda di interfaccia di rete) compatibile.



ATTENZIONE: utilizzare sempre alimentatori, iniettori e NIC PoE certificati IEEE 802.3af. La mancata osservanza di questa istruzione potrebbe causare danni alla camera.



ATTENZIONE: non utilizzare contemporaneamente il Power over Ethernet (PoE) e l'alimentatore dedicato +24 V. L'utilizzo simultaneo potrebbe causare il funzionamento della camera al di fuori delle specifiche garantite.



PERICOLO: i cavi devono essere disposti con cura, evitando schiacciamenti, angoli acuti e tensioni eccessive. La mancata osservanza di questa istruzione può causare cortocircuiti, danni agli apparecchi o persino incendi.

ITALA G - ITALA G.EL

Le camere Itala G e Itala G.EL sono dotate di 2 fori filettati M2 per l'uso con connettori RJ45 a vite. Per applicazioni in movimento (ad esempio camera montata su un braccio robotico), utilizzare connettori a vite e passacavi per garantire una connessione affidabile. Si consiglia inoltre un cavo ad alta flessibilità progettato per un elevato numero di cicli di piegatura. Vedere la sezione 5.5 per i disegni dimensionali delle camere.

ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

Le camere Itala G.IP e Itala G.EL.IP sono dotate di un connettore Ethernet femmina M12 X-Coded con classe di protezione IP67. Non è necessario un ulteriore passacavo per applicazioni dinamiche o in movimento.



ATTENZIONE: per garantire una tenuta adeguata, il connettore deve essere serrato saldamente. La coppia di serraggio tipica è compresa tra 0,4 e 0,6 Nm; fare sempre riferimento alle specifiche del produttore del cavo per la coppia raccomandata.

Per applicazioni in movimento (ad esempio camera montata su un braccio robotico), utilizzare connettori a vite e passacavi per garantire una connessione affidabile. Si consiglia inoltre un cavo ad alta flessibilità progettato per un elevato numero di cicli di piegatura. Vedere la sezione 5.5 per i disegni dimensionali delle camere.

4.2.4 Cavo GPIO

La camera può essere alimentata anche tramite 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 sul pinout del connettore GPIO e un elenco completo delle specifiche elettriche delle camere Itala, vedere le sezioni 5.6 e 5.2, rispettivamente.



ATTENZIONE: non utilizzare contemporaneamente il Power over Ethernet (PoE) e l'alimentatore dedicato +24 V. L'utilizzo simultaneo potrebbe causare il funzionamento della camera al di fuori delle specifiche garantite.



PERICOLO: la potenza massima da utilizzare per alimentare il prodotto è PS2 secondo 62368-1 e LPS secondo l'Allegato Q.1, inferiore a 100 W.



PERICOLO: utilizzare sempre cavi e alimentatori adeguati che soddisfino tutte le specifiche del dispositivo. La mancata osservanza di questa istruzione potrebbe causare danni alla camera, incendi o lesioni all'operatore.



PERICOLO: i cavi devono essere disposti con cura, evitando schiacciamenti, angoli acuti e tensioni eccessive. La mancata osservanza di questa istruzione può causare cortocircuiti, danni agli apparecchi o persino incendi.

ITALA G - ITALA G.EL

Inserire saldamente il connettore push-pull, prestando attenzione al corretto orientamento. Per applicazioni in movimento (ad esempio camera montata su un braccio robotico), si raccomanda un cavo ad alta flessibilità progettato per un elevato numero di cicli di piegatura.



ATTENZIONE: non forzare il connettore in caso di eccessiva resistenza. Verificare l'orientamento del connettore e riprovare.

ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

Le camere **Itala G.IP** sono dotate di un connettore GPIO maschio M12 A-Coded con classe di protezione IP67. Non è necessario un ulteriore passacavo per applicazioni dinamiche o in movimento.

Le camere **Itala G.EL.IP** sono dotate di un connettore GPIO maschio M12 A-Coded con classe di protezione IP67, pensato per essere collegato al connettore femmina M12 A-Coded (etichettato CAM) dell'adattatore IPT. L'adattatore fornisce un secondo connettore maschio M12 A-Coded (etichettato HOST), utilizzato per gli ingressi/uscite GPIO, l'alimentazione e altri collegamenti. Non è necessario un ulteriore passacavo per applicazioni dinamiche o in movimento. Prima di effettuare qualsiasi collegamento, seguire le istruzioni di assemblaggio della sezione 4.2.5.



ATTENZIONE: per garantire una tenuta adeguata, il connettore deve essere serrato saldamente. La coppia di serraggio tipica è compresa tra 0,4 e 0,6 Nm; fare sempre riferimento alle specifiche del produttore del cavo per la coppia raccomandata.

Per applicazioni in movimento (ad esempio camera montata su un braccio robotico), si raccomanda un cavo ad alta flessibilità progettato per un elevato numero di cicli di piegatura. Vedere la sezione 5.5 per i disegni dimensionali delle camere.

4.2.5 Lente liquida

Itala G.EL e Itala G.EL.IP sono dotate di un **Liquid Lens Controller** che consente di controllare direttamente un prodotto con una lente liquida a regolazione elettrica di Optotune® o Corning® Varioptic® tramite la porta GPIO della camera.

ITALA G.EL

Sono possibili due configurazioni per collegare la lente:

- Un **cavo punto a punto** dedicato consente un semplice collegamento della lente liquida quando la camera è alimentata via PoE.
- Un **cavo a Y** dedicato consente il collegamento simultaneo di lente liquida, alimentatore e dispositivi di sincronizzazione.

Vedere la sezione 6.17.1 per ulteriori informazioni sul collegamento e il funzionamento della lente liquida.



ATTENZIONE: quando si utilizza il **cavo a Y**, assicurarsi di **collegare prima la camera**, poi la lente e infine l'alimentatore. Non collegare/scollegare mai il connettore della camera mentre la lente e/o l'alimentatore sono collegati. La mancata osservanza di questa istruzione potrebbe causare danni alla EEPROM integrata nella lente liquida.



ATTENZIONE: utilizzare sempre il cavo specifico fornito da Opto Engineering® per collegare la lente liquida alla camera. La mancata osservanza di questa istruzione potrebbe causare danni alla camera o alla lente liquida.

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 definitiva del sistema di visione.

ITALA G.EL.IP

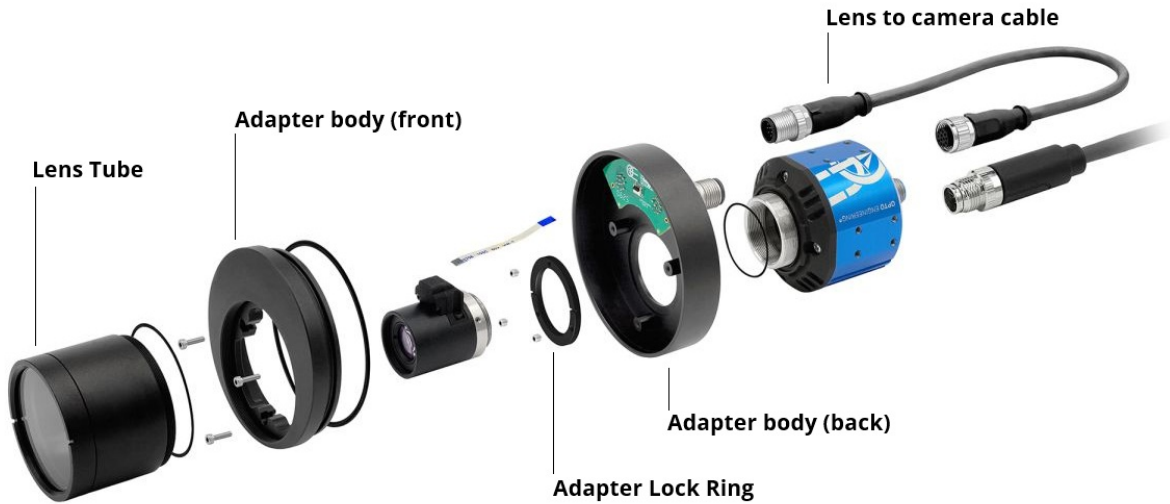


Figure 4: Installazione del gruppo lente liquida IP67.

Itala G.EL.IP richiede un apposito adattatore IP67 e accessori a tubo per consentire il collegamento elettrico della lente garantendo al contempo la protezione IP67.

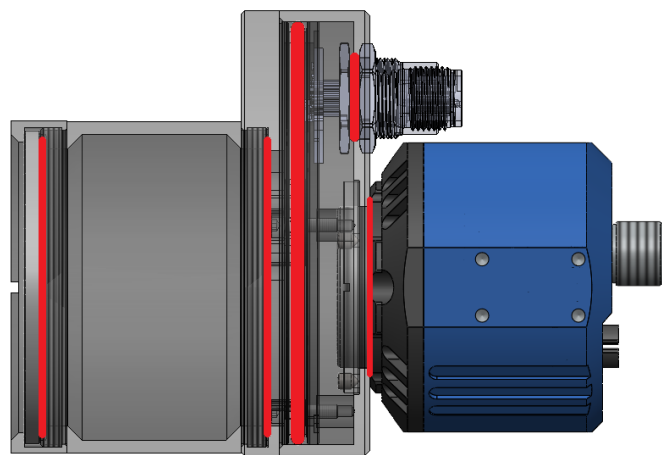


Figure 5: Posizionamento degli O-ring per il gruppo lente liquida IP67.



ATTENZIONE: non serrare eccessivamente le parti del contenitore obiettivo, poiché ciò potrebbe danneggiare la camera e il contenitore.



PERICOLO: assicurarsi che tutti gli O-ring richiesti dalle parti meccaniche del contenitore obiettivo siano posizionati correttamente per garantire una buona tenuta. La mancata osservanza di questa istruzione potrebbe causare danni alla camera.

Seguire le istruzioni seguenti per l'assemblaggio meccanico ed elettrico di una camera Itala G.EL.IP, dell'obiettivo e di tutti gli accessori richiesti della serie IPT.

1. (Opzionale) Regolazione della fase dell'obiettivo

- Montare l'obiettivo sulla camera.
- Utilizzare una chiave esagonale con inserto da 0,9 mm per svitare le tre viti senza testa presenti sull'attacco e regolare la fase dell'obiettivo. Una volta raggiunta la fase desiderata, serrare le viti senza testa per fissarla.
- Notare che la fase dell'obiettivo rispetto alla camera, in combinazione con la fase della camera rispetto all'adattatore, determina il posizionamento dell'obiettivo rispetto all'adattatore. Questo fattore diventa particolarmente importante nel caso della serie EL5MP, poiché l'alloggiamento da cui esce il cavo flessibile è talmente sporgente che l'obiettivo non può essere posizionato liberamente all'interno dell'adattatore.
- Rimuovere l'obiettivo dalla camera.

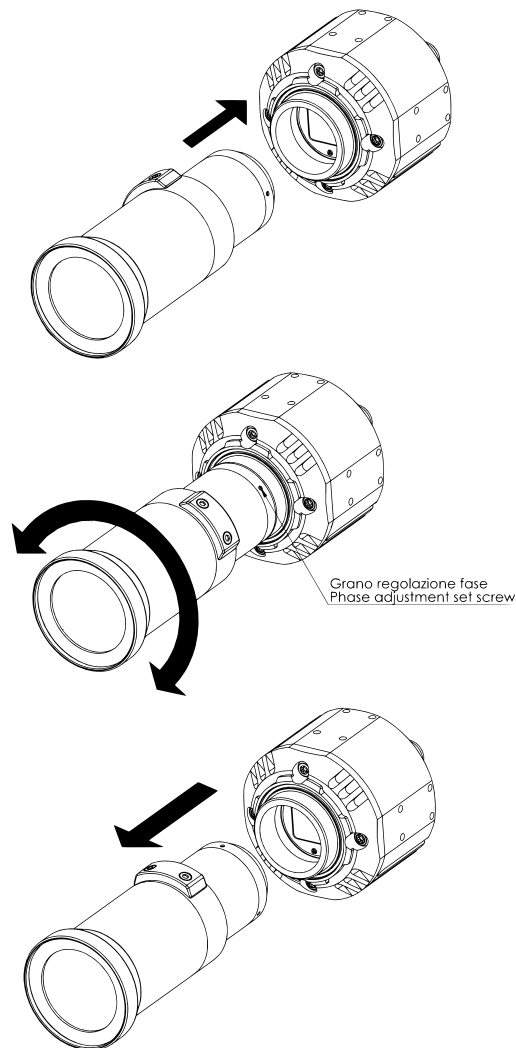


Figure 6: Regolazione della fase dell'obiettivo.

2. Assemblaggio della camera sull'adattatore

- Posizionare l'O-ring $\varnothing 32 \times 1$ nell'apposito alloggiamento presente sulla parte anteriore della camera.
- Inserire la camera nel semiguscio posteriore dell'adattatore attraverso l'apposito foro.
- Avvitare, senza serrare, l'anello di bloccaggio sull'attacco della camera, prestando attenzione alla posizione dell'O-ring durante l'operazione.
- Regolare la fase della camera rispetto all'adattatore.
- Utilizzare una chiave a settore per serrare l'anello di bloccaggio sulla filettatura della camera e assicurarsi che la camera sia correttamente posizionata contro l'adattatore. Quindi, serrare le 3 viti senza testa presenti nell'anello di bloccaggio.

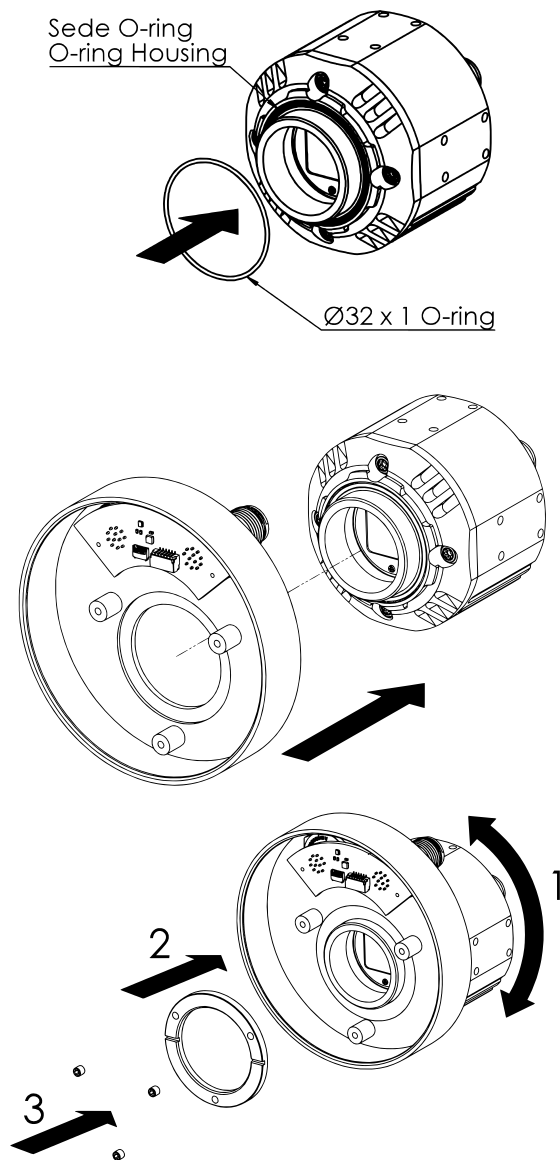


Figure 7: Assemblaggio del corpo dell'adattatore (posteriore) sulla camera.

3. Assemblaggio dell'obiettivo **Opto Engineering®** e **Optotune®** e collegamento elettronico

- Avvitare l'obiettivo sull'attacco della camera. Se il passaggio 1 è stato eseguito correttamente, il cavo piatto flessibile che esce dall'obiettivo dovrebbe ora essere rivolto verso il connettore FFC della scheda PCB dell'adattatore.
- Collegare il cavo flessibile all'apposito connettore con l'aiuto di una pinzetta. Per capire la direzione di inserimento, notare che il cavo presenta 6 tracce esposte che devono essere rivolte verso l'obiettivo. Affinché il cavo possa essere inserito, il connettore deve trovarsi in posizione "aperta", ovvero con la linguetta perpendicolare al proprio corpo.
- Notare che le ottiche EL5MP ed EL12MP differiscono per l'uscita del cavo (la differenza

principale è la possibilità di sostituire il cavo flessibile nell'EL5MP). Ciononostante, sul lato dell'adattatore questa differenza non influisce sull'assemblaggio, che rimane lo stesso.

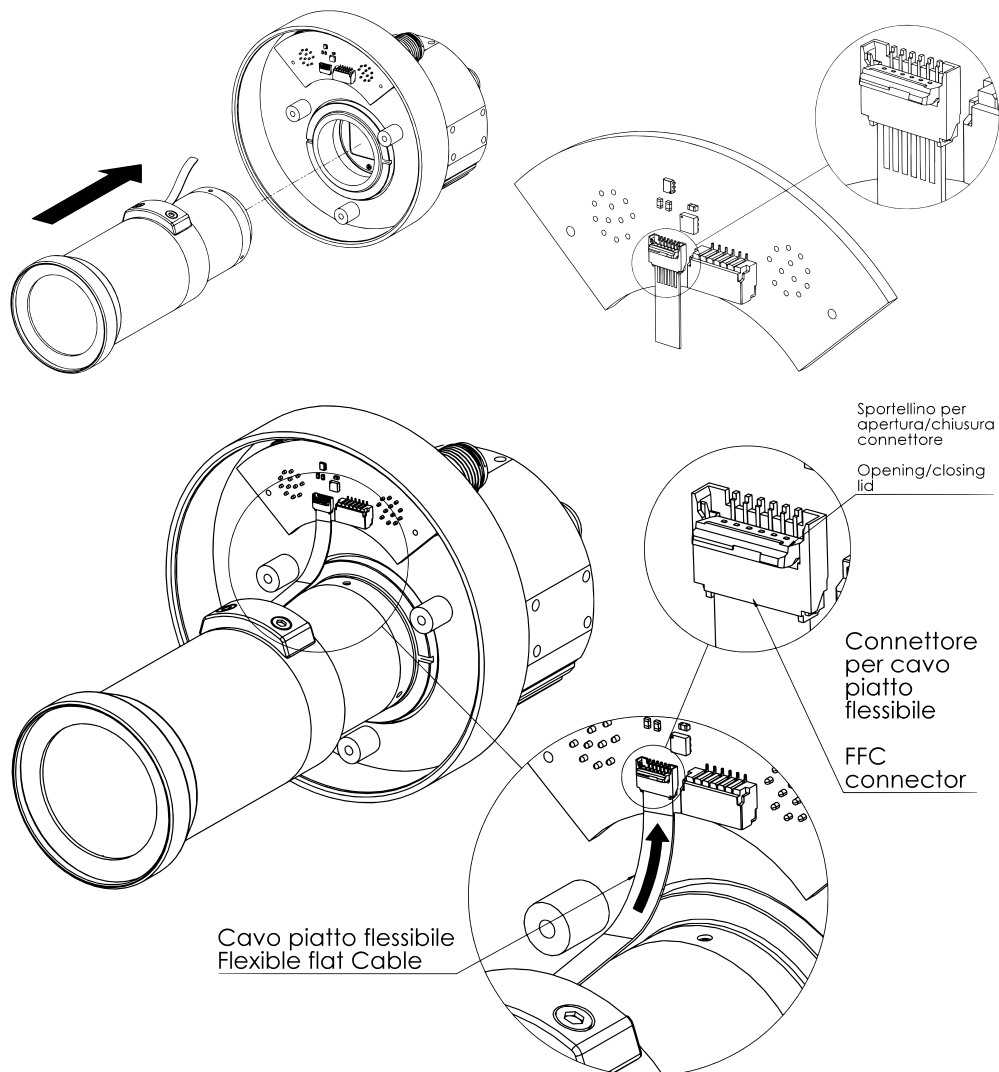


Figure 8: Assemblaggio dell'obiettivo Opto Engineering® e Optotune® e collegamento elettrico.

4. Assemblaggio dell'obiettivo **Corning® Varioptic®** e collegamento elettronico

- Avvitare l'obiettivo sull'attacco della camera.
- Collegare il cavo dell'obiettivo al connettore JST della scheda PCB dell'adattatore con l'aiuto di una pinzetta. Si consiglia di avvolgere il cavo attorno all'obiettivo. Questo riduce lo spazio occupato dal cavo all'interno del tubo.
- Gli obiettivi Corning® Varioptic® possono avere più di un connettore, ma solo uno di essi è compatibile. È normale avere un connettore in più che non viene collegato.

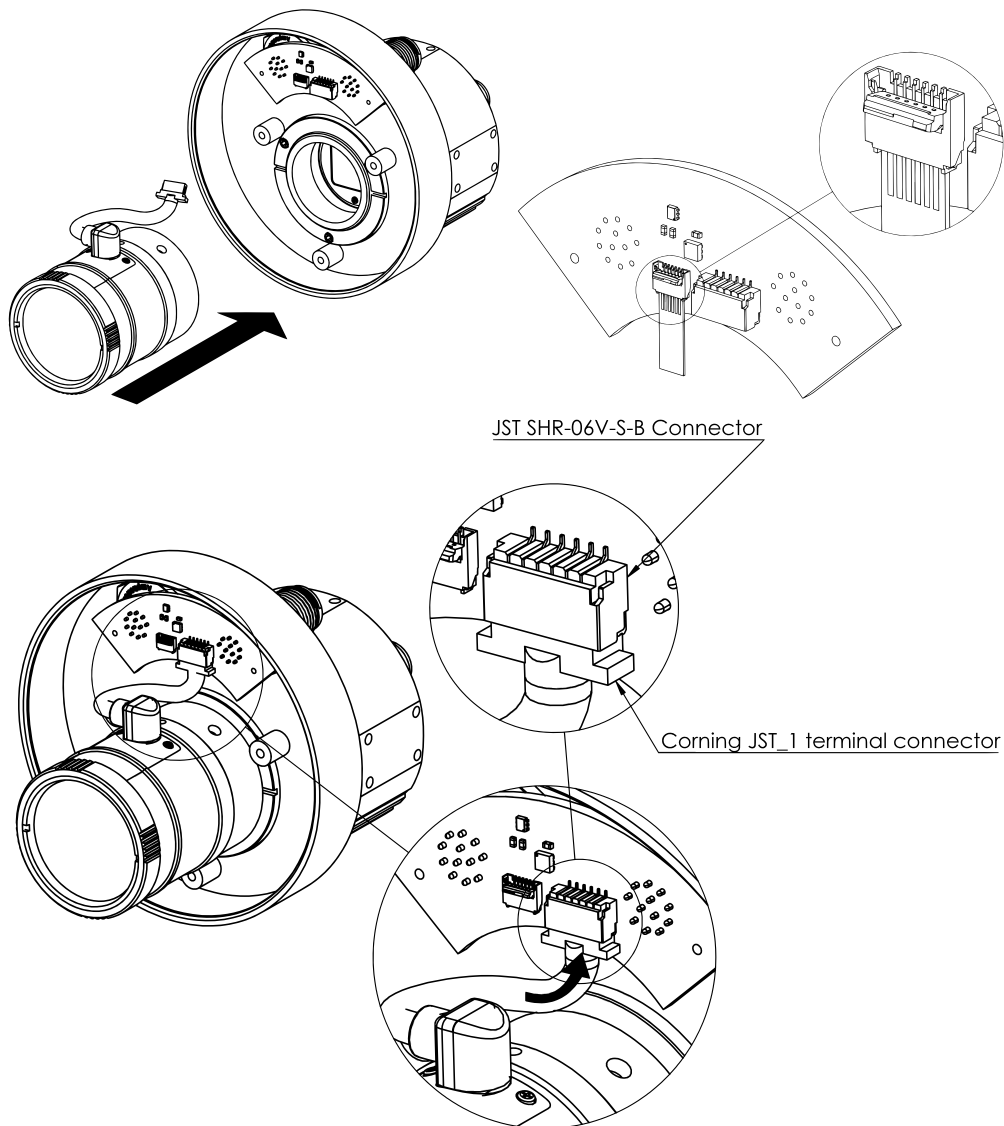


Figure 9: Assemblaggio dell'obiettivo Corning® Varioptic® e collegamento elettrico.

5. Chiusura dell'adattatore

- Verificare la presenza dell'O-ring $\varnothing 74 \times 2,5$ sul semiguscio anteriore.
- Allineare i fori delle 3 colonnine filettate (sul semiguscio posteriore) con i corrispondenti alloggiamenti sul semiguscio anteriore.
- Spingere il semiguscio anteriore fino a portarlo a filo con il semiguscio posteriore. È normale avvertire una certa resistenza durante l'assemblaggio, dovuta all'attrito della guarnizione O-ring.
- Se necessario, correggere l'allineamento; in tal caso la resistenza dovuta all'O-ring sarà maggiore.
- Serrare le tre viti M2.5 utilizzando una chiave esagonale da 2 mm.

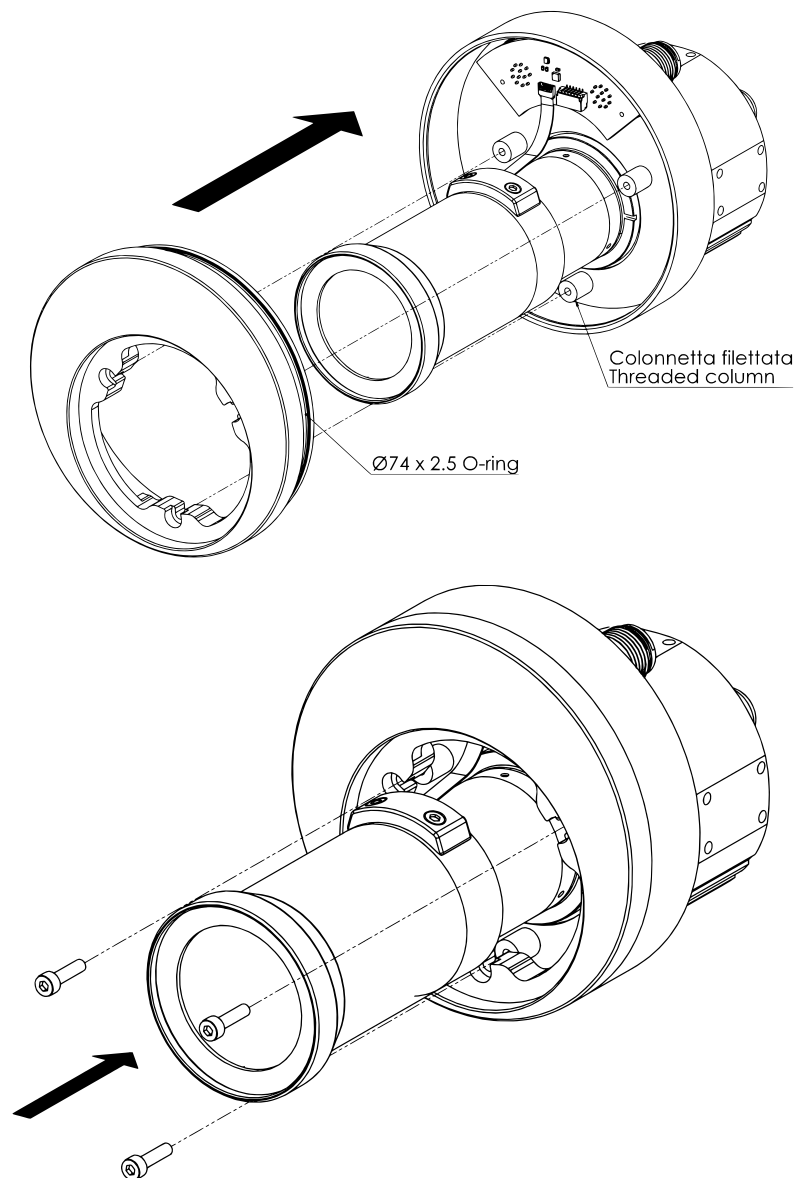


Figure 10: Chiusura dell'adattatore.

6. (Opzionale) Assemblaggio dell'IPT-E51

- Posizionare l'O-ring Ø53 x 1,5 nell'apposito alloggiamento dell'IPT-E51.
- Avvitare l'IPT-E51 sull'adattatore utilizzando la filettatura prevista fino a raggiungere il fine corsa.
- **Importante:** Poiché la sede dell'O-ring funge da fine corsa, sarà visibile esternamente uno spazio (0,2-0,8 mm) tra l'IPT-E51 e il corpo dell'adattatore.

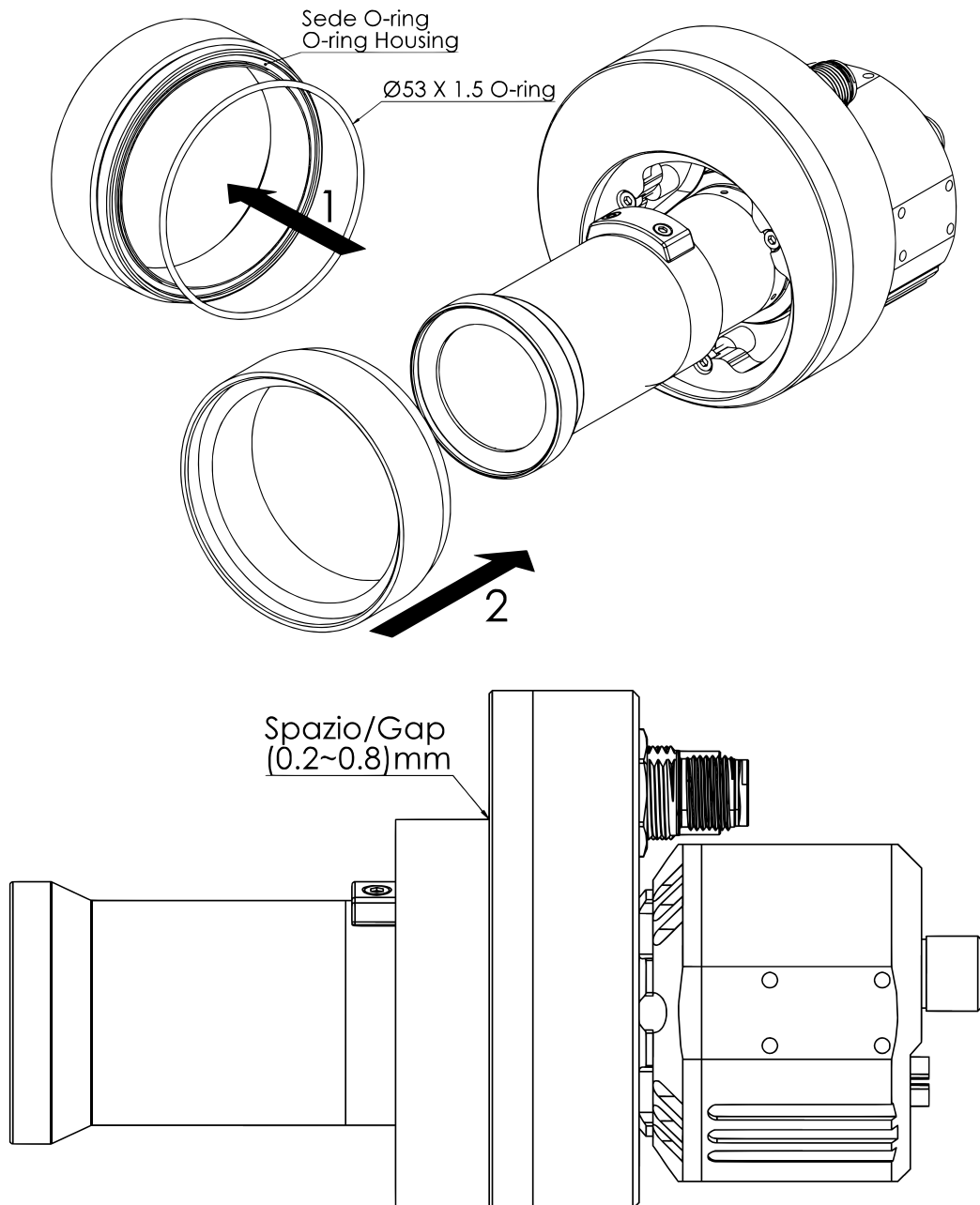


Figure 11: Assemblaggio dell'estensore opzionale.

7. Assemblaggio del tubo IPT-D51LXX

- Posizionare l'O-ring Ø53 x 1,5 nell'apposito alloggiamento dell'IPT-D51LXX.
- Quindi avvitare l'IPT-D51LXX sull'adattatore utilizzando la filettatura prevista fino a raggiungere il fine corsa.
- **Importante:** Poiché la sede dell'O-ring funge da fine corsa, sarà visibile esternamente

uno spazio (0,2-0,8 mm) tra l'IPT-D51LXX e il corpo dell'IPT-E51 (se il passaggio 5 viene eseguito) o dell'adattatore.

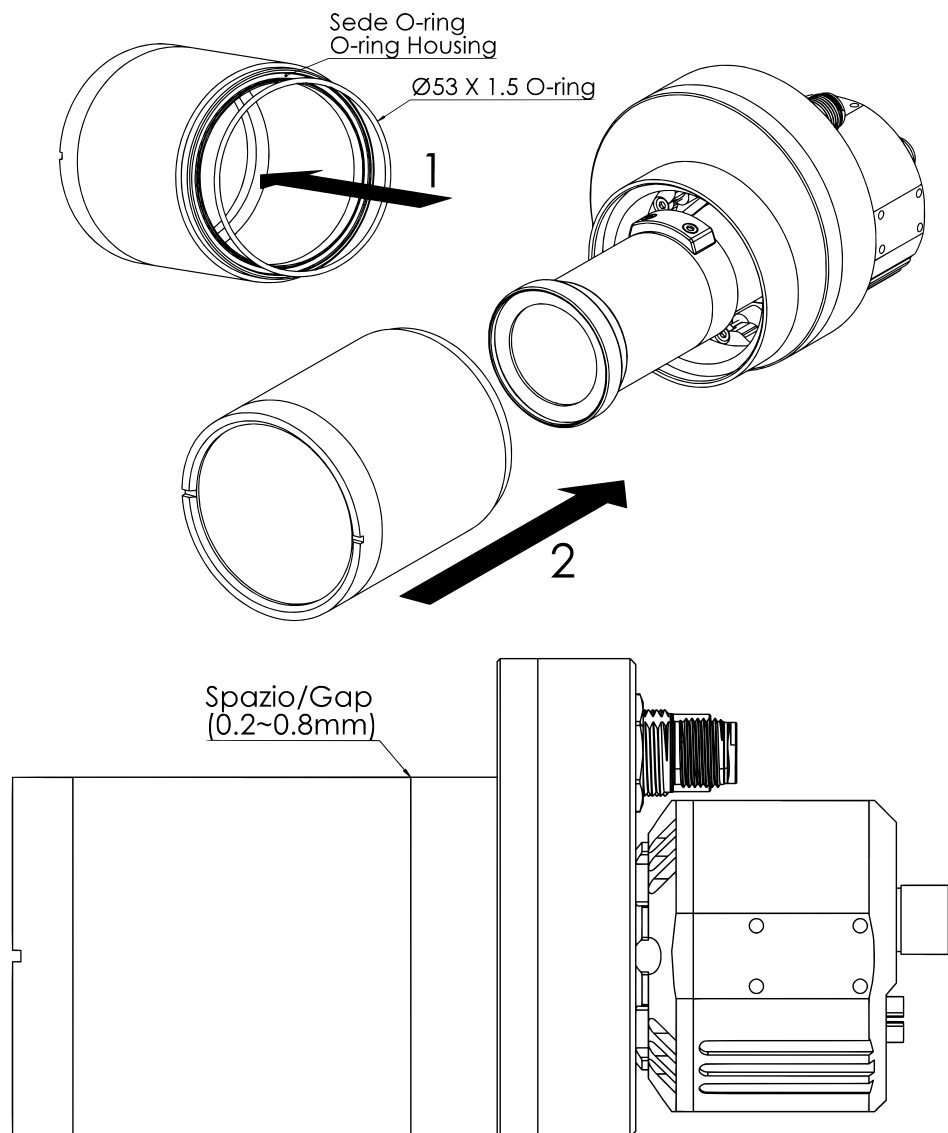


Figure 12: Assemblaggio del tubo.

4.3 Configurazione del sistema

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

4.3.1 Requisiti di sistema

L'Itala SDK può essere installato in un sistema che utilizza uno dei seguenti sistemi operativi:

- Microsoft Windows 10 / 11 (x64)
- Ubuntu 18.04 (x64) o versione successiva
- Ubuntu 18.04 (arm64) o versione successiva
(testato su NVIDIA Jetson AGX Orin, Jetson Orin Nano e Jetson TX2)

Il corretto funzionamento della camera non è stato testato con altri sistemi operativi e piattaforme. Contattare il proprio referente Opto Engineering per ulteriori informazioni.

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

La camera Itala è un dispositivo ad alte prestazioni che trasmette immagini con un elevato throughput di dati. Per garantire prestazioni ottimali, il sistema host deve essere sufficientemente potente da gestire la grande quantità di dati inviati dalla camera. Si consiglia di 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 camera

Per gestire al meglio l'elevato throughput dello streaming delle immagini, si consiglia di utilizzare il **filter driver** di Itala. Il filter driver intercetta i pacchetti del protocollo di streaming *GigE Vision*, ri-assembla il payload completo e lo invia direttamente al buffer immagini dell'applicazione. Ciò consente di bypassare lo stack di protocollo di rete standard, che aumenterebbe la latenza e l'utilizzo della CPU sul sistema host (Fig.13). Il risultato è un offload della gestione dei pacchetti a basso livello che ottimizza il consumo di risorse del sistema host.

Installazione del driver su Windows

Il programma di installazione di Itala SDK si occupa del filter driver necessario, che viene installato automaticamente sul computer host.

È possibile verificare la corretta installazione del filter driver nella finestra delle proprietà della connessione Ethernet. Andare su *Control Panel > Network and Sharing Center > Change adapter settings*,

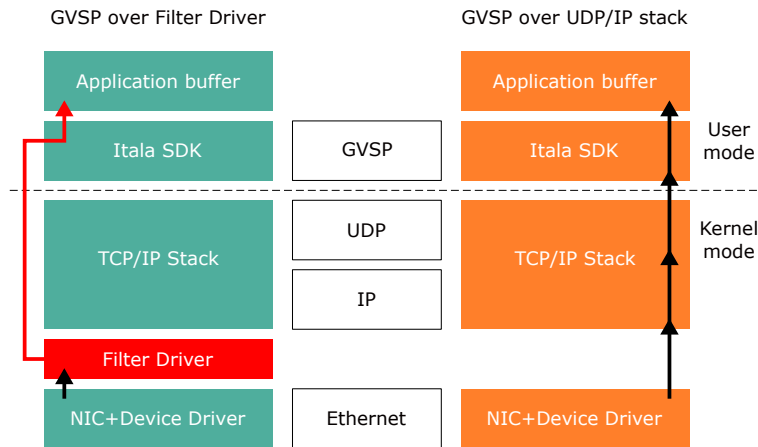


Figure 13: GigE Vision Streaming (GVSP) con e senza il filter driver

fare clic con il pulsante destro del mouse sulla connessione Ethernet e selezionare *Properties*. Nella scheda *Networking* è possibile vedere la voce del filter driver con la casella di controllo selezionata, come mostrato in Fig.14.

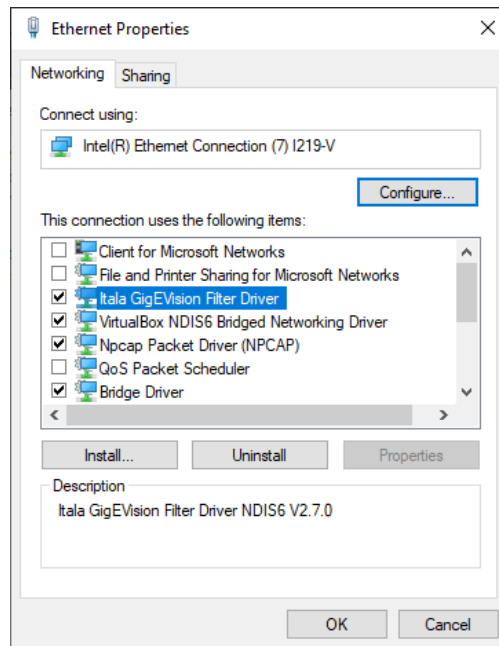


Figure 14: Filter driver installato correttamente.

NOTA: per evitare conflitti, si consiglia di disabilitare i filter driver di altri produttori di camere eventualmente installati nel sistema.

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

1. Andare alla directory di installazione di Itala SDK.
2. Aprire la cartella Filterdriver.
3. Avviare *install_driver_win10.bat* in caso di sistema operativo Windows 10. Prestare attenzione alla scelta del batch corretto in base al sistema operativo.
4. Al termine dell'installazione, il filter driver apparirà nella finestra delle proprietà della NIC (Fig.14).

Installazione del driver su Ubuntu

Il modulo GEV di Ubuntu non è obbligatorio per le camere a 1G, ma è fortemente consigliato per le camere a velocità superiore, in particolare in caso di problemi con pacchetti incompleti o persi. Esistono due modi per installare il driver GEV su Ubuntu (*oegevmodule*).

Il primo consiste nell'eseguire lo script `/opt/itala-sdk/scripts/oegevmodule/install_oegevmodule.sh` con privilegi di amministratore. Il sistema tenterà di scaricare e installare la versione corretta del modulo.

Il secondo modo consiste nel 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 di Itala SDK in uso: controllare il file `/opt/itala-sdk/changelog.md`
- la versione del kernel: aprire un terminale e digitare `uname -r`.

Il file da cercare 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 estrarre l'archivio e seguire le istruzioni del file *README* nella cartella estratta.

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

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

È possibile verificare il corretto completamento dell'installazione eseguendo `lsmod | grep oegevmodule` da un terminale. Se il comando non restituisce alcun risultato, *oegevmodule* non è installato correttamente; in caso contrario, l'installazione è avvenuta con successo. È inoltre possibile valutare l'attività di *oegevmodule* nei log del kernel (eseguendo l'utilità Linux `dmesg`).

Contattare il supporto tecnico di Opto Engineering in caso di problemi di installazione o se la versione del kernel di destinazione non è ancora supportata.

4.3.3 Rete e configurazione

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

Se la camera non è accessibile, è possibile forzarla ad adottare una **IP configuration** compatibile con le impostazioni NIC correnti. Per farlo, fare riferimento alla sezione 4.7.2.

Dopo il primo collegamento, si consiglia di impostare un indirizzo IP statico sia per la NIC che per il dispositivo, ove possibile. Ciò garantisce un processo di discovery e negoziazione IP più rapido.

Si consiglia di mantenere la connessione il più semplice possibile. Per prestazioni ottimali, utilizzare una connessione diretta con la NIC oppure collegare la camera e il computer host allo stesso switch Ethernet senza instradare altro traffico intenso attraverso di esso.

Impostazioni IP dinamico su Windows

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* selezionare *Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)* dall'elenco, quindi fare clic su *Properties*. Selezionare *Obtain an IP address automatically* e fare clic su *OK*. Infine, fare clic su *OK* nella finestra precedente.

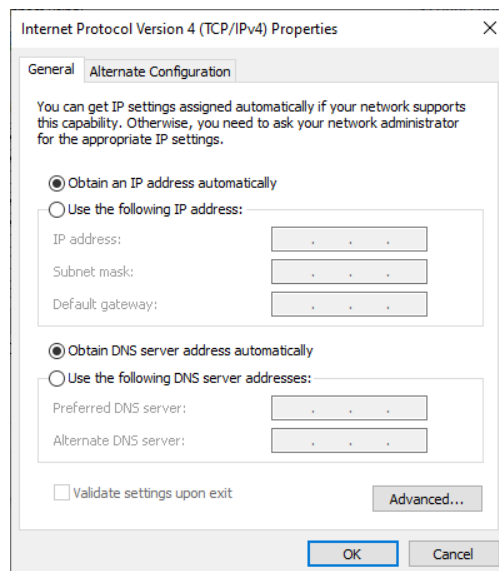


Figure 15: Configurazione IP dinamica della connessione di rete su Windows.

Impostazioni IP dinamico su Ubuntu

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

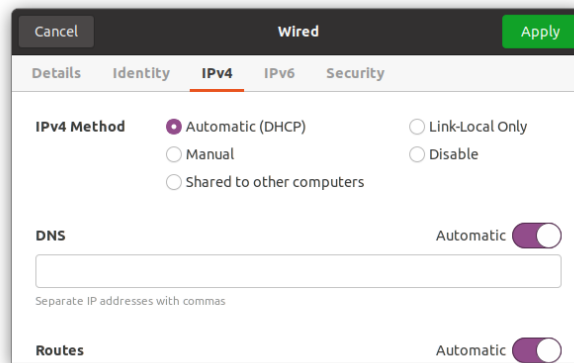


Figure 16: Configurazione IP dinamica della connessione di rete su Ubuntu.

4.3.4 Gestione della larghezza di banda

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

Quando si collegano **più camere** a un singolo computer, si consiglia di collegare tutti i dispositivi direttamente utilizzando più NIC gigabit.

Se si collega la camera tramite uno switch Ethernet, assicurarsi che anche questo supporti i frame Jumbo. Tenere presente che se più dispositivi sono collegati allo stesso switch Ethernet, condideranno la larghezza di banda disponibile.

Per ulteriori informazioni sulla gestione della larghezza di banda e sulla configurazione di sistemi multi-camera, fare riferimento alla sezione 6.1.2.

Impostazioni frame Jumbo su Windows

I frame Jumbo sono generalmente disabilitati 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*. Verrà visualizzata la finestra delle impostazioni della NIC.

Nella scheda *Advanced* individuare la voce *Jumbo frame* o simile e abilitarla (Fig.17). Il valore da impostare può variare in base al modello e al produttore specifico della NIC.

Se si riscontrano ancora problemi con la connessione della camera, è possibile provare:

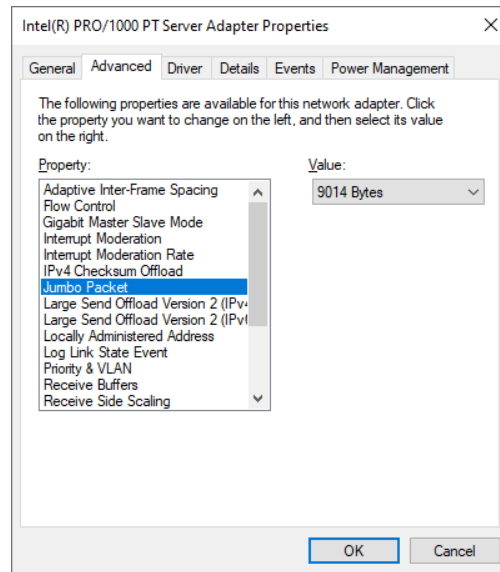


Figure 17: Impostazioni avanzate NIC con frame Jumbo abilitati su Windows.

- Installare i driver NIC più recenti.
- Aumentare la *dimensione del buffer di ricezione* della NIC.

Impostazioni frame Jumbo su Ubuntu

I frame Jumbo sono generalmente disabilitati per impostazione predefinita. Per abilitarli, andare su *Settings* > *Network* e modificare un *Connection Profile*. Andare alla scheda *Identity*, impostare il valore *MTU* a 9000 (o superiore) e fare clic su *Apply* (Fig.18). Notare che è necessario verificare se il valore MTU sia stato effettivamente impostato sulla NIC. A tale scopo, collegare un dispositivo alla NIC, aprire il *Terminal* e utilizzare i comandi `ip a` o `ifconfig`. L'output sarà simile a quello mostrato in Fig.19.

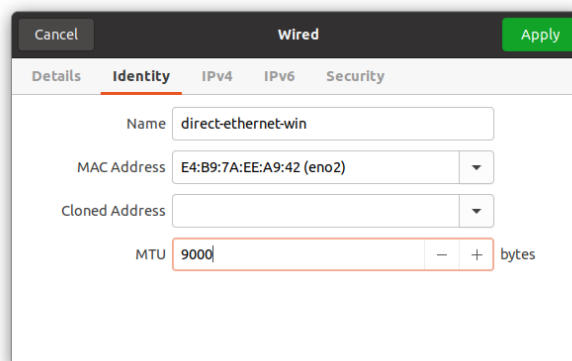


Figure 18: Impostazioni frame Jumbo su Ubuntu.

```

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 19: Verifica delle impostazioni dei frame Jumbo su Ubuntu (output `ifconfig`).

Se si riscontrano ancora problemi con la connessione della camera, è possibile provare:

- Installare i driver NIC più recenti.
- Aumentare la *dimensione del buffer di ricezione* della NIC.

Un modo per verificare le dimensioni massime disponibili del buffer di ricezione e trasmissione è utilizzare il comando `ethtool -g eth0`, se la NIC di destinazione è `eth0`. L'output sarà simile a quello mostrato in Fig.20.

```

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 20: Verifica della dimensione massima dei buffer RX e TX su Ubuntu.

La dimensione massima può quindi essere impostata con il comando `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, in particolare quelli avanzati. Per impostare i parametri di rete dal *Terminal*, è possibile utilizzare i comandi `ip`, `ifconfig` e `ethtool`. Tenere presente che queste impostazioni sono temporanee e non persistenti dopo il riavvio. Per apportare modifiche persistenti, utilizzare *Netplan*, il *NetworkManager* (`nmcli / nmtui`) oppure configurare il file `/etc/network/interfaces`.

4.3.5 Gestione dell'alimentazione della NIC

Windows

Il pannello **Gestione alimentazione** è accessibile in una scheda dedicata della finestra Proprietà della NIC (vedere Fig.21).

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

Tuttavia, questa impostazione potrebbe ridurre le prestazioni complessive del sistema, causando comportamenti imprevisti, in particolare ad alta larghezza di banda.

L'impostazione **Consenti al computer di spegnere il dispositivo per risparmiare energia** controlla come viene gestita la scheda di rete quando il computer entra in modalità di sospensione.

Si raccomanda vivamente di lasciare questa casella di controllo deselezionata, al fine di evitare le ottimizzazioni energetiche del sistema operativo e possibili perdite di prestazioni.

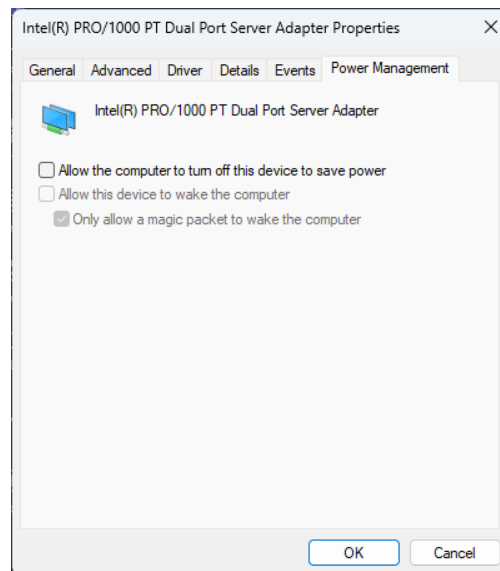


Figure 21: Impostazioni di gestione dell'alimentazione della NIC: lo spegnimento del dispositivo deve essere disabilitato.

Ubuntu

In caso di problemi legati alle funzionalità di risparmio energetico, considerare la possibilità di disabilitarle. Iniziare verificando se la funzionalità *Wake-on* o le impostazioni *Energy Efficient Ethernet (EEE)* stiano causando il problema, poiché possono talvolta interferire con la stabilità della rete. Per una configurazione più orientata alle prestazioni, è possibile provare a disabilitare il *PCIe ASPM (Active-State Power Management)* se si sospetta che i meccanismi di risparmio energetico a livello di sistema stiano influenzando sulle prestazioni di rete. La disabilitazione dell'*ASPM* disattiverà questa funzionalità per tutti i dispositivi PCIe, il che potrebbe contribuire a ridurre la latenza e migliorare la stabilità a discapito di un consumo energetico leggermente superiore.

4.4 Itala SDK

Le camere Itala sono fornite con un Software Development Kit completo, Itala SDK, che sfrutta appieno gli ultimi standard e le più recenti tecnologie del settore della visione artificiale.

L'SDK include:

- Itala API
- Itala View
- GenTL producer (.cti)

- Filter driver
- Documentazione con esempi di codice

Installazione di Itala SDK su Windows

Per installare correttamente Itala SDK, seguire i passi seguenti:

1. Scaricare Itala SDK dal sito web di Opto Engineering ed eseguire il programma di installazione.
2. Viene visualizzata la finestra di installazione di Itala SDK: seguire le istruzioni elencate (Fig.22).

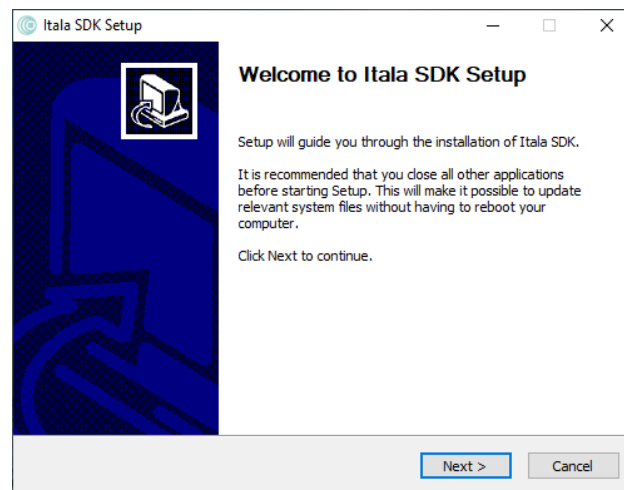


Figure 22: Finestra di installazione di Itala SDK.

3. Leggere i termini della licenza prima di installare Itala SDK (Fig.23).
4. Scegliere la cartella di destinazione (Fig.24).
5. Selezionare i componenti da installare (Fig.25). Nel caso di installazione del solo filter driver, il passo 6 può essere saltato.
6. (Facoltativo) Se è necessario installare il runtime .NET, fare clic su *Installa* nella finestra di installazione del runtime .NET (Fig.26). In caso di installazione riuscita, verrà visualizzata la finestra mostrata in Fig.27.
7. L'installazione di Itala SDK verrà eseguita automaticamente. È possibile monitorare la barra di avanzamento per verificare lo stato dell'installazione. Al termine dell'installazione verrà visualizzata una finestra di conferma (Fig.28).

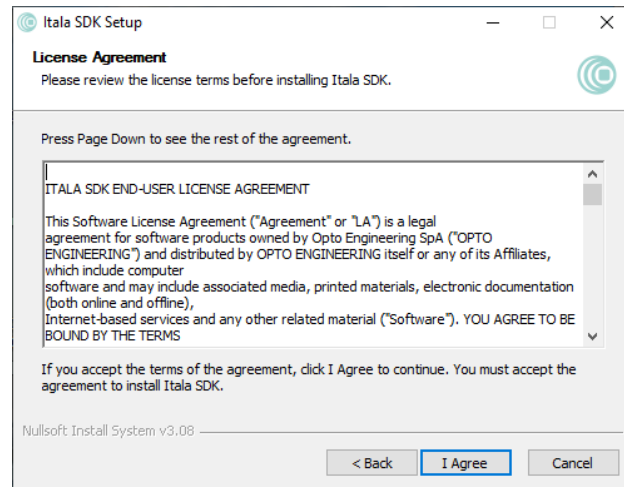


Figure 23: Finestra del contratto di licenza di Itala SDK.

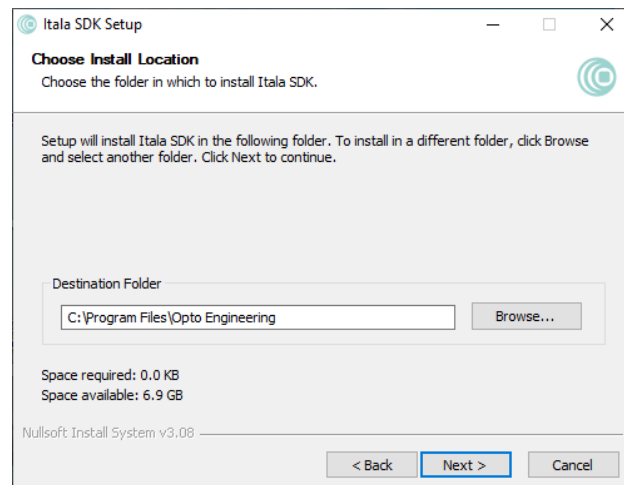


Figure 24: Finestra della cartella di destinazione di Itala SDK.

Installazione di Itala SDK su Ubuntu

Itala SDK è fornito come pacchetto .deb, che ne consente una facile installazione tramite apt o dpkg. Il pacchetto non ha dipendenze diverse dalle librerie di sistema standard. **Sono richiesti i privilegi di amministratore (root).**

Utilizzare 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 compila software con Itala API, il linker rileverà automaticamente le librerie condivise di Itala API. Ciò è reso possibile dal file `itala-sdk.conf`, che viene collocato nella directory `/etc/ld.so.conf.d` durante l'installazione. Questa directory contiene frammenti di configurazione inclusi nella configurazione principale del linker.

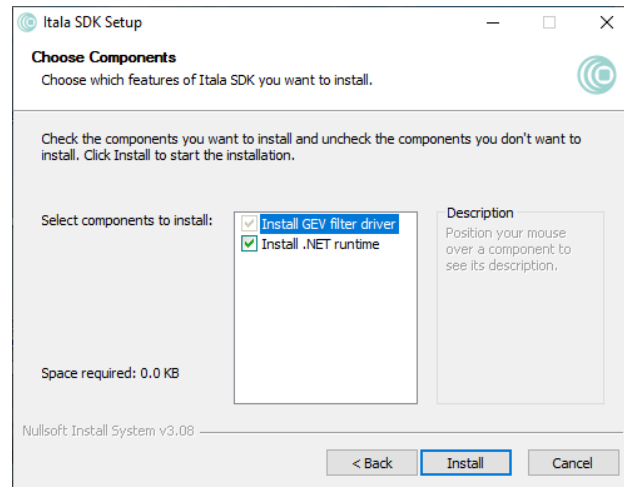


Figure 25: Finestra di selezione dei componenti.

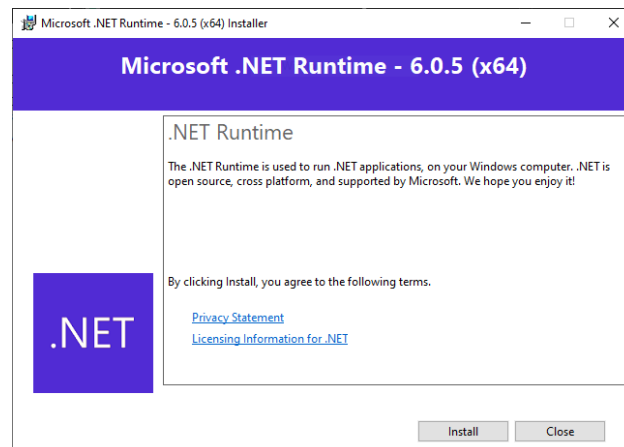


Figure 26: Finestra di installazione del runtime .NET.

NOTA: Potrebbe essere necessario un riavvio o un logout per applicare le modifiche apportate al linker e alle variabili di ambiente (ad esempio le variabili GenTL).

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

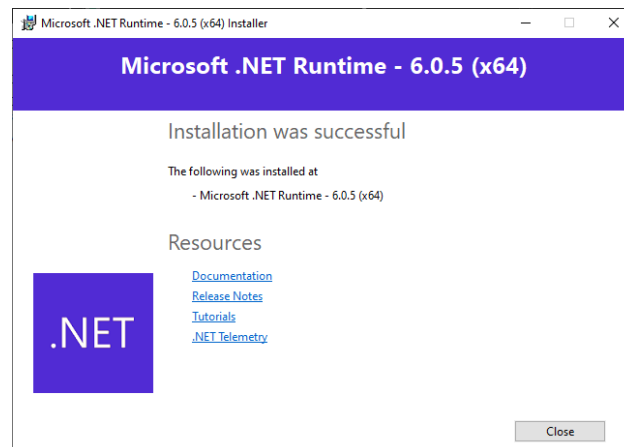


Figure 27: Finestra di installazione riuscita del runtime .NET.

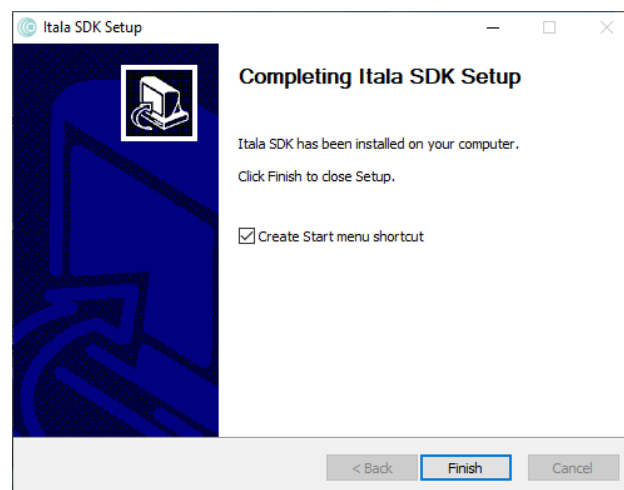


Figure 28: Installazione di Itala SDK completata con successo.

4.5 Utilizzo della camera con Itala API

Con Itala API è semplice integrare i dispositivi Itala in applicazioni personalizzate, grazie a un ampio set di esempi e a una documentazione completa. Per ulteriori informazioni sull'utilizzo della libreria, fare riferimento alla documentazione di Itala API nella cartella di installazione dell'SDK.

4.5.1 Documentazione di Itala SDK

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

La Fig.29 mostra la home page della documentazione di Itala SDK.

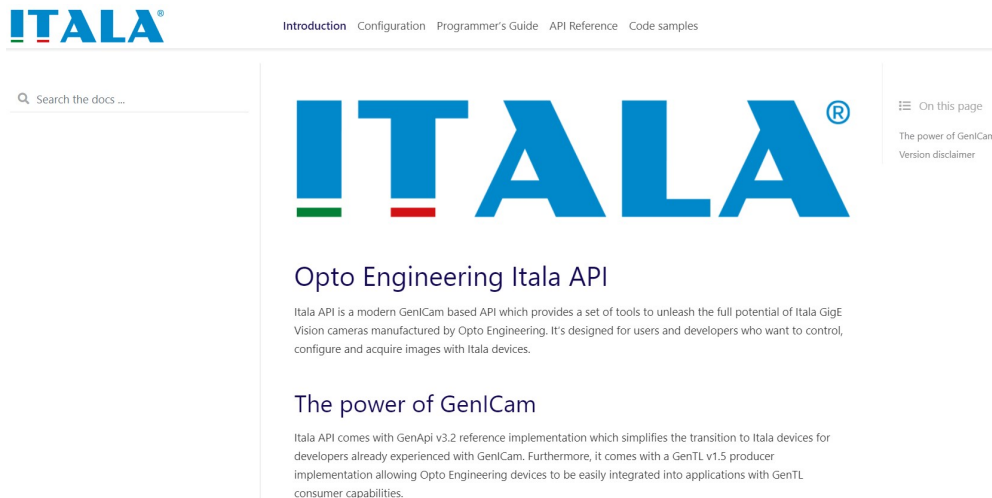


Figure 29: Home page della documentazione di Itala SDK.

4.6 Utilizzo della camera con software di terze parti

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

4.7 Utilizzo della camera con Itala View

Itala View è uno strumento con interfaccia grafica che consente la valutazione, la configurazione e il troubleshooting delle camere Itala. Grazie a un insieme completo di utilità e procedure guidate, Itala View velocizza la valutazione e il deployment di un sistema di visione basato su camere 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.30, la finestra principale di Itala View può essere suddivisa in diverse aree funzionali:

1. Barra dei menu
2. Discovery dei dispositivi
3. Informazioni e controllo del dispositivo
4. Streaming video
5. Analisi dei dati immagine e logging

6. Albero delle funzionalità GenICam

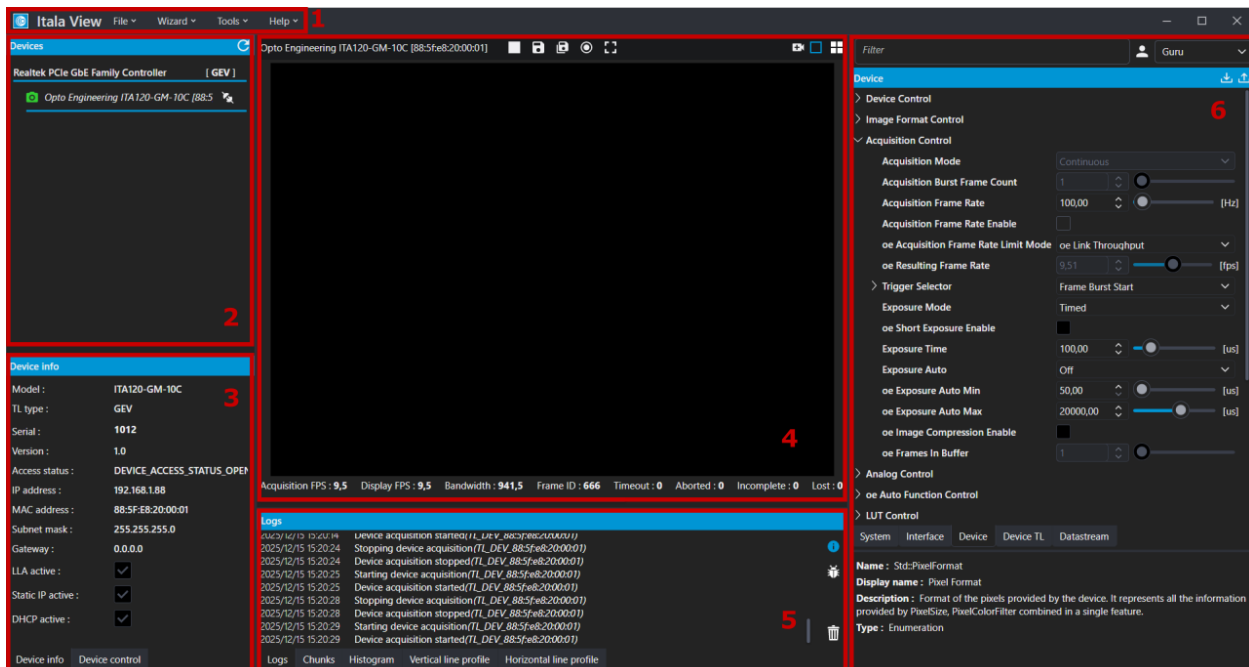


Figure 30: Finestra principale del Viewer.

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

Il pannello **device discovery** elenca le NIC del computer e le camere ad esse collegate. Un pulsante di aggiornamento nella parte superiore consente di eseguire una ricerca e un'enumerazione dei dispositivi GigE Vision collegati alla rete.

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

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

Nella scheda **device info** vengono visualizzate alcune informazioni essenziali sul dispositivo attualmente selezionato nel pannello di discovery. Queste includono il modello del dispositivo, il numero di serie, l'indirizzo MAC e l'indirizzo IP corrente.

Nella scheda **device control** è possibile selezionare la modalità di accesso desiderata e il numero di buffer da allocare per l'acquisizione delle immagini.

La vista **video streaming** consente di controllare il processo di acquisizione e visualizzare le immagini effettivamente acquisite dalla camera.

Nella parte superiore del pannello sono presenti alcuni pulsanti di accesso rapido per avviare/interrompere 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 **image data analysis and logging** è possibile visualizzare il log dell'applicazione, i dati chunk dell'immagine corrente ed eseguire diversi tipi di analisi sull'immagine acquisita.

Tramite l'**albero delle funzionalità GenICam** è possibile accedere ai parametri della camera. Le funzionalità sono raggruppate per funzione in modo gerarchico e consentono di configurare le periferiche della camera e/o leggerne lo stato. Queste includono funzioni di base, come il tempo di esposizione, il guadagno o le impostazioni del trigger, e funzioni più avanzate, come l'encoder o il controller della lente liquida.

È possibile utilizzare le schede sotto la vista ad albero per passare tra le node map dei moduli GenTL e del dispositivo connesso (selezionato per impostazione predefinita).

4.7.2 Configuratore IP

Dal menu *Strumenti* è possibile accedere all'utilità *Configuratore IP*. Il configuratore IP è stato progettato per risolvere in modo efficiente i problemi di configurazione di rete delle camere Itala, tra cui:

- Camera e NIC impostati con IP persistenti ma subnet diverse
- Camera e NIC impostati con IP persistenti ma maschere di subnet diverse
- Camera impostata in modalità DHCP e NIC impostata con un IP persistente
- Camera impostata con un IP persistente e NIC impostata in modalità DHCP

Come si può osservare in Fig.31, il configuratore IP presenta un pannello per la discovery e l'enumerazione dei dispositivi simile a quello della finestra principale del viewer. Sulla destra sono visibili le informazioni rilevanti della NIC e della camera relative al dispositivo attualmente selezionato nel suddetto pannello di discovery.

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

Come nella finestra principale del viewer, l'icona accanto a ciascun dispositivo enumerato mostra eventuali problemi con un segnale di avviso rosso.

Per ulteriori informazioni sulla configurazione IP della camera, fare riferimento alla sezione 4.3.3.

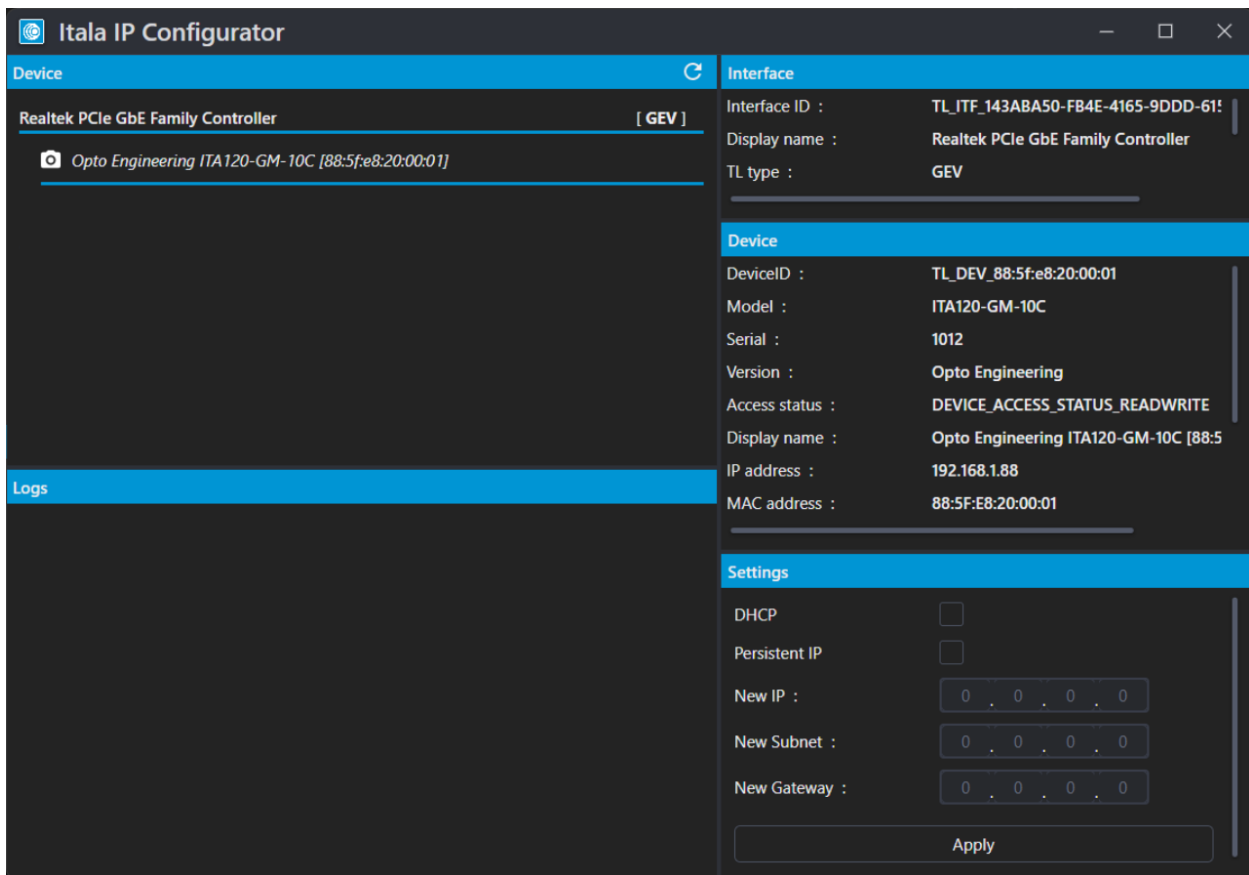


Figure 31: Finestra del configuratore IP.

4.7.3 Aggiornamento firmware

Dal menu *Strumenti* è possibile accedere all'utilità *Aggiornamento firmware* (Fig.32). È ora possibile selezionare un file firmware per ciascun dispositivo enumerato. Il firmware più recente per le camere Itala può essere scaricato dal sito web di Opto Engineering.

Seguire questi passaggi per aggiornare uno o più dispositivi:

1. Selezionare un file di aggiornamento firmware per ciascun dispositivo che si desidera aggiornare.
2. Fare clic sul pulsante *Aggiorna* per avviare un processo di aggiornamento batch.
3. **Non scollegare o spegnere** i dispositivi durante il processo di aggiornamento (Fig.33). Il lampeggio del LED indica che la camera sta scrivendo nella memoria flash.
4. Attendere il corretto aggiornamento di tutti i dispositivi.

NOTA: Non scollegare o spegnere il dispositivo durante il processo di aggiornamento. La mancata osservanza di questa istruzione potrebbe portare a una condizione in cui il dispositivo non è più avviabile e deve essere restituito a Opto Engineering per un ripristino in fabbrica.

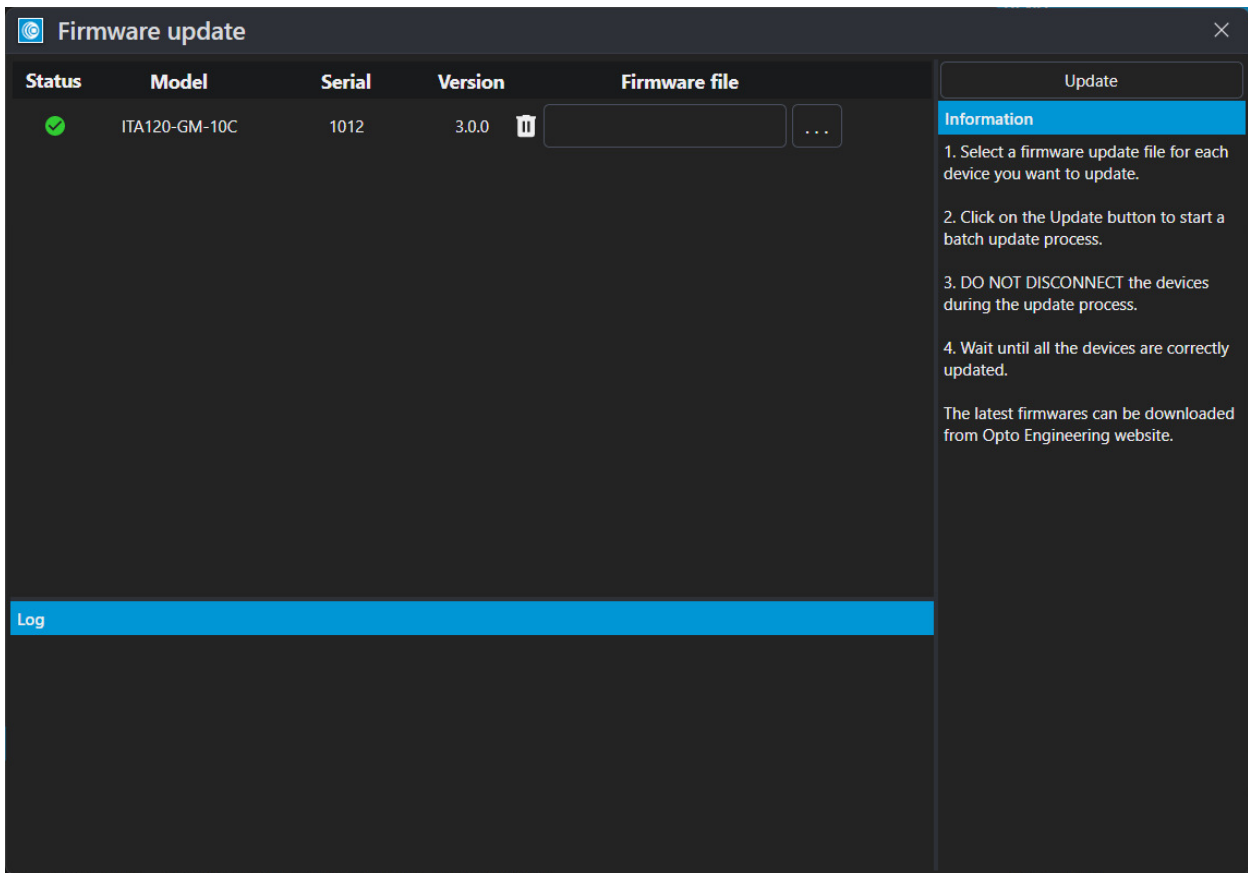


Figure 32: Finestra dell'aggiornatore FW.

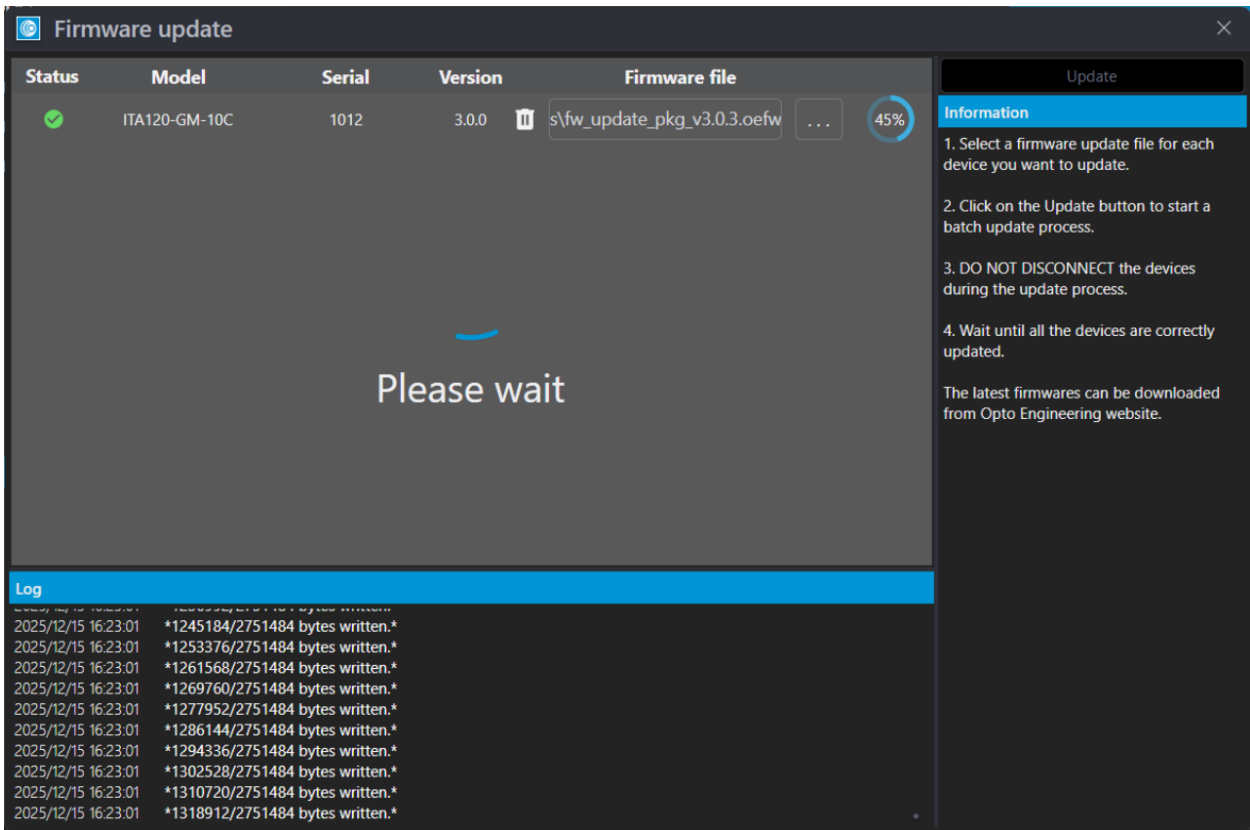


Figure 33: Aggiornamento FW in corso.

4.7.4 Procedura guidata LUT

Dal menu *Procedure guidate* è possibile accedere alla procedura guidata *LUT*. Questa consente di visualizzare e modificare la LUT della camera selezionata.

Fare clic su *Importa dalla camera* per leggere la LUT dai registri della camera e visualizzarla nella scheda *Grafico* (Fig.34). È ora possibile modificare ciascun valore della LUT nella scheda *Tabella* (Fig.35). Un modo migliore per impostare una LUT specifica è caricare un file CSV precedentemente generato con un editor di fogli di calcolo o un software simile. È anche possibile scrivere la LUT corrente in un file CSV, modificarla e poi reimportarla.

Quando si è soddisfatti della LUT risultante, fare clic su *Applica* per salvarla nella memoria della camera. Per ulteriori informazioni sulla funzionalità LUT, fare riferimento alla sezione 6.6.1.

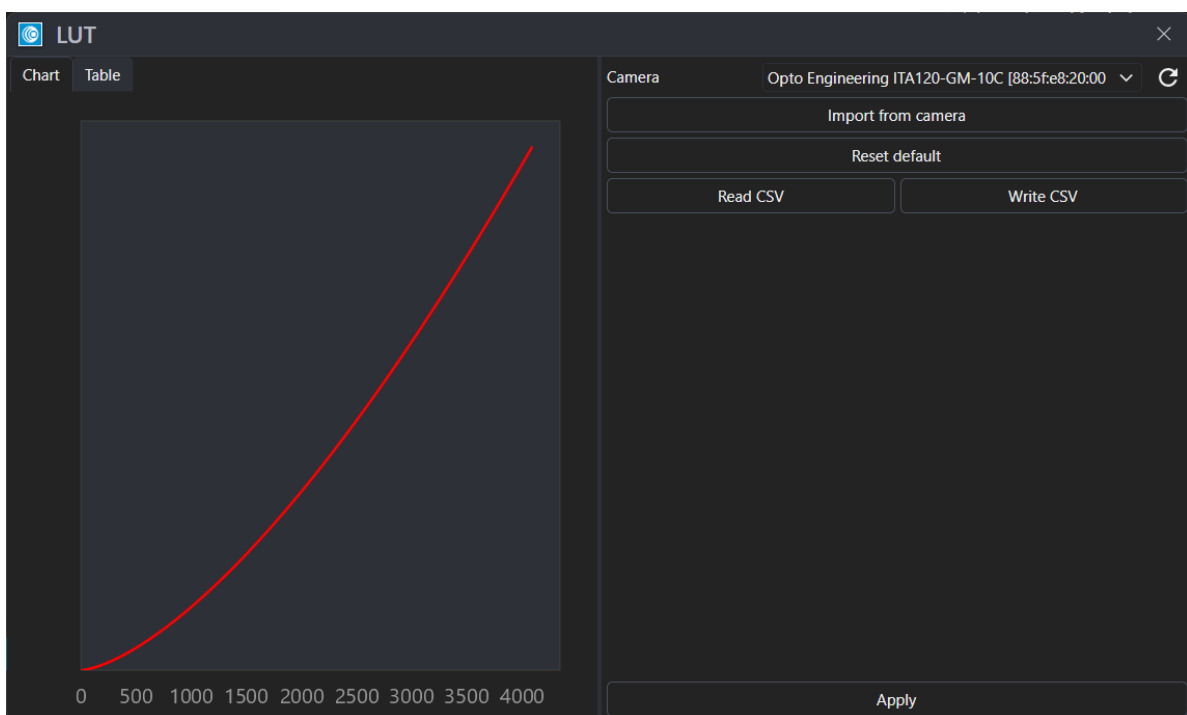


Figure 34: Procedura guidata LUT.

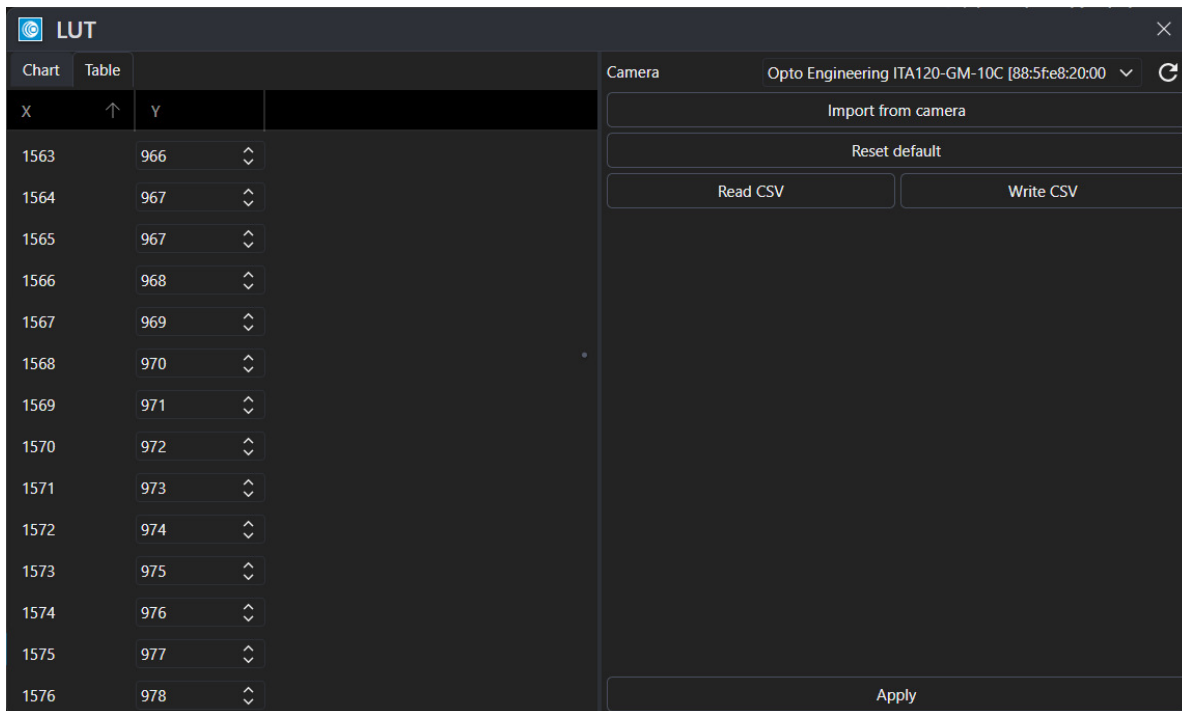


Figure 35: Procedura guidata LUT.

4.7.5 Procedura guidata per la correzione dei pixel difettosi

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

Tuttavia, esistono altri fattori ambientali che possono aumentare il numero di pixel difettosi durante la vita della camera. Per questo motivo, le camere Itala consentono all'utente di eseguire una correzione personalizzata dei pixel che tenga conto di tali 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, correggerà solo i pixel difettosi rilevati in fabbrica.

Dal menu *Procedure guidate* è possibile accedere alla procedura guidata *Correzione pixel difettosi* (Fig.36).

1. Impostare la camera in acquisizione freerun o assicurarsi che ci sia un flusso continuo di impulsi di trigger in ingresso.
2. Per risultati ottimali, considerare l'utilizzo di un formato pixel raw con una profondità di bit di 12 bit, ad esempio *Mono12p* o *BayerRG12*.
3. Avviare l'acquisizione delle immagini.
4. Coprire il sensore della camera.

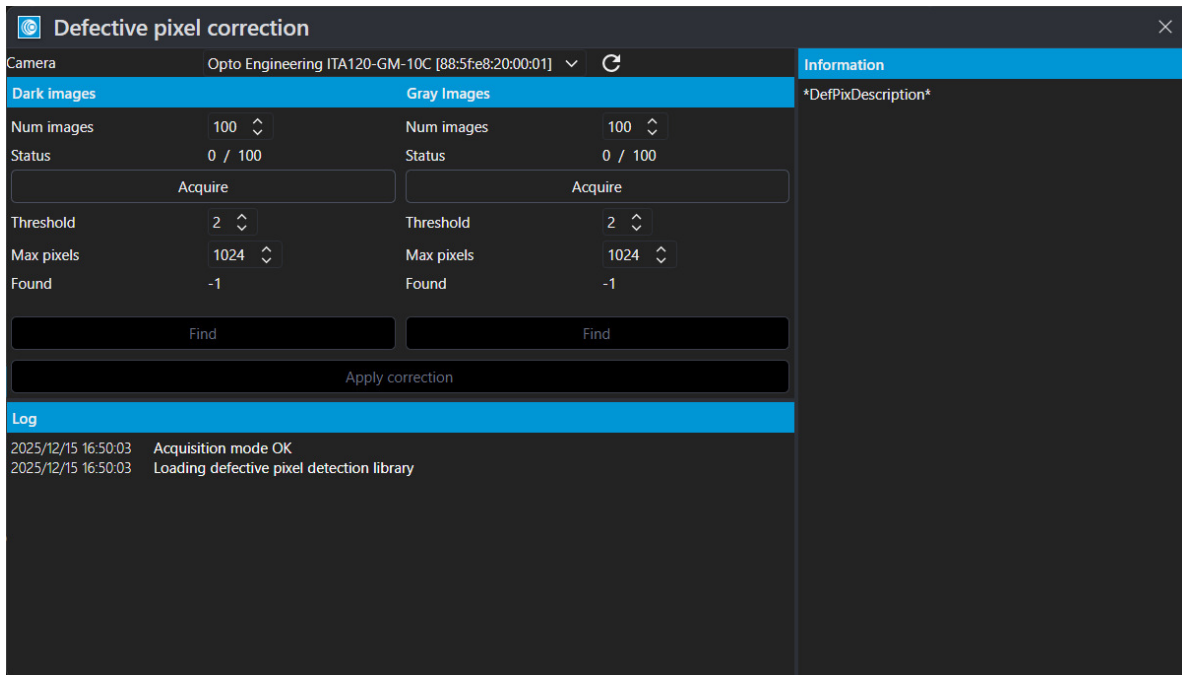


Figure 36: Procedura guidata per la correzione dei pixel difettosi.

5. Fare clic sul pulsante *Acquisisci* nel pannello *Immagini scure* per acquisire un primo batch di immagini scure.
6. Fare clic sul pulsante *Trova* nello stesso pannello per rilevare i pixel *leaky*.
7. Esporre il sensore a una sorgente di luce uniforme (uniformità consigliata: >97%) in modo da ottenere un'immagine con una luminosità media pari al 50% del livello di saturazione massimo. È possibile regolare il tempo di esposizione per raggiungere il livello desiderato. **Tenere presente che lo stesso tempo di esposizione deve essere utilizzato per acquisire le immagini scure.**
8. Fare clic sul pulsante *Acquisisci* nel pannello *Immagini grigie* per acquisire un secondo batch di immagini grigie.
9. Fare clic sul pulsante *Trova* nello stesso pannello per rilevare i pixel caldi e freddi.
10. Fare clic su *Applica correzione* per caricare i dati nella camera.

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

4.7.6 Procedura guidata per la correzione del colore

Dal menu *Procedure guidate* è possibile accedere alla procedura guidata *Correzione colore* (Fig.37). Con un riferimento color checker (Fig.38) è possibile calibrare la camera in condizioni di illuminazione specifiche e ottenere una resa cromatica ottimale. Per ulteriori informazioni sulla matrice di correzione del colore, fare riferimento alla sezione 6.7.1.

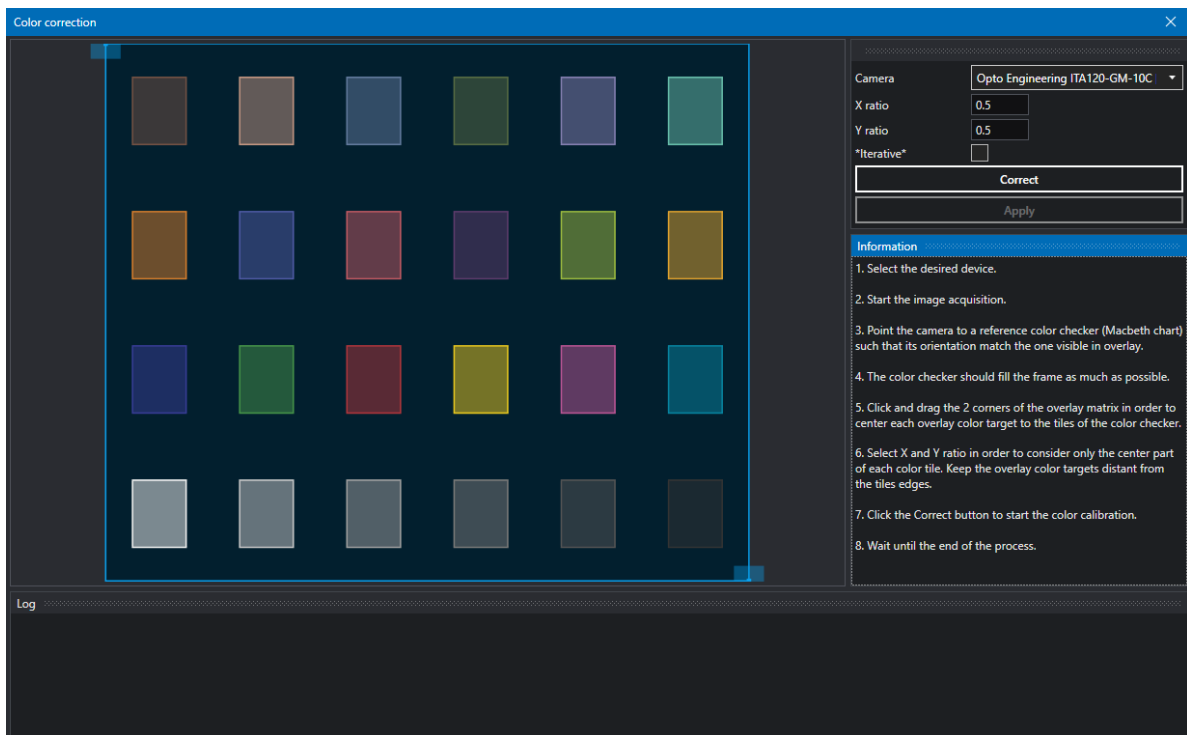


Figure 37: Procedura guidata per la correzione del colore.

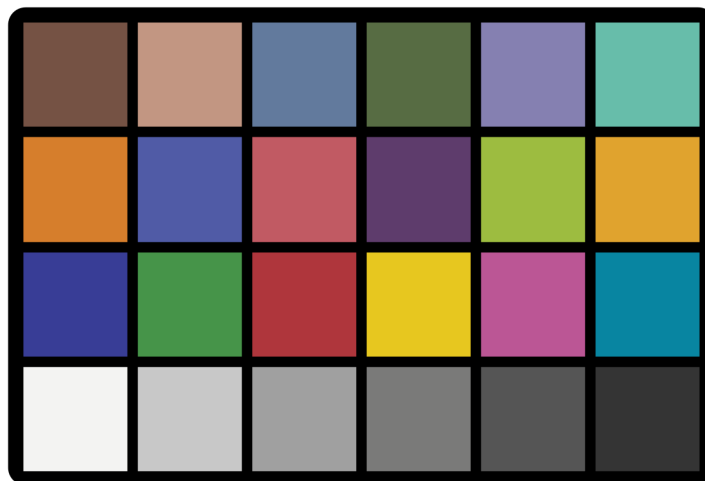


Figure 38: Riferimento color checker.

Seguire questi passaggi per ottenere una calibrazione corretta:

1. Selezionare il dispositivo desiderato.
2. Avviare l'acquisizione delle immagini.
3. Aprire la procedura guidata per la correzione del colore (*Procedure guidate > Correzione colore*)

(Fig.39).

4. Puntare la camera verso un riferimento color checker (tavola Macbeth) in modo che il suo orientamento corrisponda a quello visibile nell'overlay.
5. Il color checker deve riempire il fotogramma il più possibile (Fig.40).
6. Fare clic e trascinare i 2 angoli della matrice in overlay per centrare ciascun target di colore dell'overlay sui riquadri del color checker.
7. Selezionare il rapporto X e Y in modo da considerare solo la parte centrale di ciascun riquadro di colore. Mantenere i target di colore dell'overlay distanti dai bordi dei riquadri.
8. Fare clic sul pulsante *Correggi* per avviare la calibrazione del colore.
9. Attendere il termine del processo.

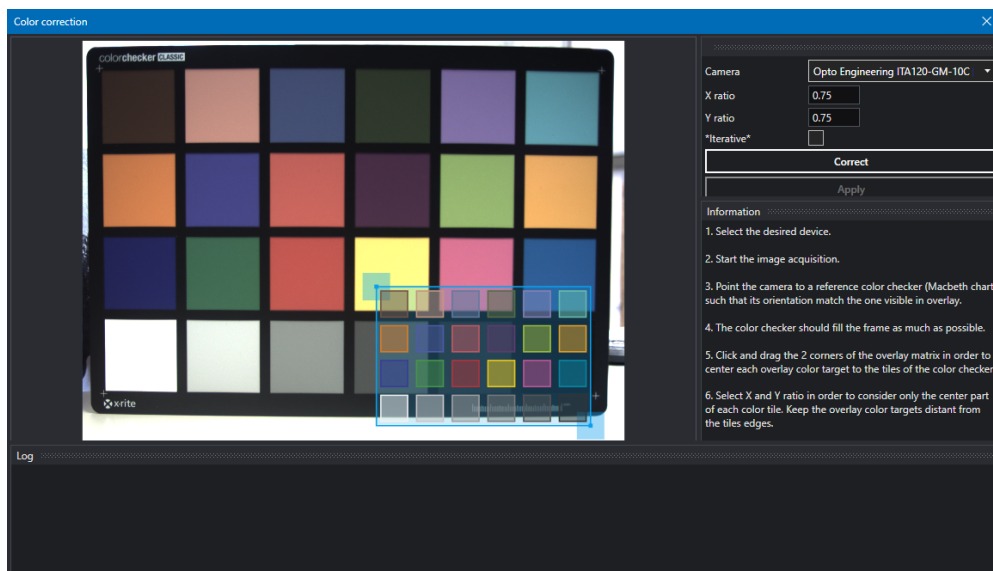


Figure 39: Finestra della procedura guidata per la correzione del colore.

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.

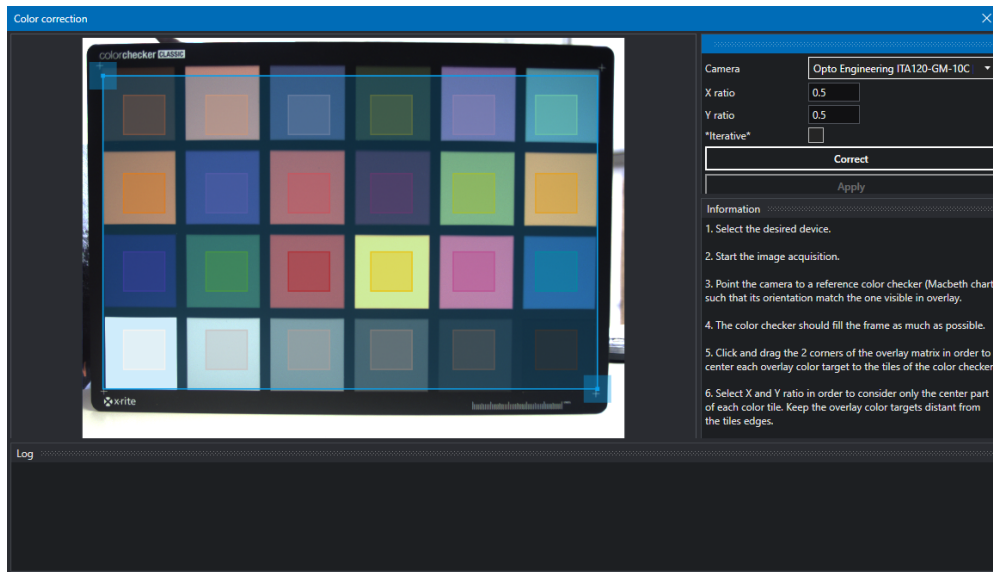


Figure 40: Per risultati ottimali, assicurarsi di allineare la maschera di colore della procedura guidata ai riquadri della tavola colori Macbeth.

5 SPECIFICHE TECNICHE

5.1 Specifiche tecniche

Nella Tabella 5.1 sono riepilogate le principali caratteristiche della telecamera. Ulteriori spiegazioni saranno fornite nei capitoli seguenti.

Features	Itala G Itala G.IP	Itala G.EL Itala G.EL.IP	Ref. page
CARATTERISTICHE IMMAGINE			
Risoluzione ADC	10/12bit ¹	10/12bit ¹	-
Dimensione buffer immagine	384MB	384MB	-
Specchio immagine (X/Y)	✓	✓	p.89
Modalità ROI	✓	✓	p.86
Decimazione/binning	✓	✓	p.87
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.122
Test pattern	✓	✓	p.108
Guadagno	✓	✓	p.119
Livello del nero	✓	✓	p.123
Esposizione automatica	✓	✓	p.126
Guadagno automatico	✓	✓	p.126
Correzione pixel difettosi	✓	✓	p.174
Debayering	✓ ³	✓ ³	p.105
Bilanciamento del bianco	✓ ³	✓ ³	p.120
Matrice di correzione colore	✓ ³	✓ ³	p.130
Chunk data	✓	✓	p.161
CARATTERISTICHE TELECAMERA			

Indicatore LED di stato	✓	✓	p.78
Compatibilità OS	Windows 10, 11 (64 bit)	Windows 10, 11 (64 bit)	p.35
PoE (Power over Ethernet)	✓	✓	-
Ethernet Gigabit	✓	✓	-
Opzione di reinvio pacchetti	✓	✓	-
IP statico/DHCP	✓	✓	-
IEEE 1588 (PTP)	✓	✓	-
Ingressi opto-isolati	2	2	p.77
Uscite opto-isolate	4	1	p.77
Sensore di temperatura	Image sensor, FPGA	Image sensor, FPGA	-
Set utente	Factory + 2 user sets	Factory + 2 user sets	-
Aggiornamento FW remoto	✓	✓	p.50
Acquisizione burst	✓	✓	-
Trigger hardware	✓	✓	-
Trigger software	✓	✓	-
Timer	2	2	p.143
Contatori	4	4	p.143
Controllo encoder	1 ⁴	1 ⁴	p.144
Blocchi logici	4	4	p.147
Funzioni logiche	OR, AND, LUT	OR, AND, LUT	p.148
Comunicazione seriale	RS232/485		p.164
Controller lente liquida		✓	p.167
CERTIFICAZIONI E CONFORMITÀ			
Conformità GigEvision	✓	✓	-
Conformità GenICam	✓	✓	-
Certificato CE	✓	✓	p.13
Shock e Vibrations	✓	✓	p.14
RoHS	✓	✓	p.15
REACH	✓	✓	p.15
WEEE	✓	✓	p.15
AMBIENTALI			
Temperatura di stoccaggio	-10°C - 60°C	-10°C - 60°C	p.17
Umidità di stoccaggio	RH < 80%	RH < 80%	p.17
Temperatura operativa del corpo ⁵	-25°C - 65°C	-25°C - 65°C	p.17
Temperatura ambiente operativa ⁶	-25°C - 50°C	-25°C - 50°C	p.17
Umidità operativa	RH < 80%	RH < 80%	p.17

¹ Dati specifici del sensore.

² Con il formato pixel BayerRG, sono inclusi nei formati pixel disponibili anche BayerGR, BayerGB, BayerBG. Il formato pixel polarizzato include le varianti Mono e Color, 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 del corpo, misurata sulla parte anteriore del corpo macchina.

⁶ Temperatura ambiente massima senza obiettivo e senza dissipazione di calore. Una temperatura operativa più elevata può essere raggiunta con un'adeguata dissipazione di calore (ad esempio, montando la telecamera tramite una piastra metallica).

5.2 Specifiche elettriche

Le specifiche elettriche delle telecamere Itala sono riepilogate nella Tabella 7.
 Le spiegazioni relative al circuito I/O sono disponibili nella sezione 5.7.

Parameter	MIN	TYP	MAX	UNIT
GENERALE				
Tensione di alimentazione	12	-	24	[V]
Consumo di potenza ¹	-	-	5	[W]
INGRESSO OPTO-ISOLATO				
Tensione di ingresso	0	-	30	[V]
Soglia tensione ingresso HIGH	2.2	-	-	[V]
Soglia tensione ingresso LOW	-	-	1.9	[V]
USCITA OPTO-ISOLATA				
Tensione di uscita	0	-	+Vcc ²	[V]
Corrente di uscita	-	-	50 ³	[mA]

¹ Potenza massima da utilizzare per alimentare il prodotto PS2 secondo 62368-1 e LPS secondo l'Allegato Q.1, inferiore a 100W.

² Alimentatore esterno collegato 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 un'appropriata resistenza esterna.

Table 7: Specifiche elettriche

5.2.1 Specifiche elettriche di ingresso

La Figura 41 mostra come il circuito interno campiona i segnali di ingresso su Line0/Line1. Le tensioni di ingresso nell'intervallo 0–1,9 V vengono interpretate come logica LOW, mentre le tensioni comprese tra 2,2–30 V vengono interpretate come logica HIGH. Non devono essere applicate tensioni superiori a 30 V.

La Figura 42 evidenzia i ritardi di ingresso minimi/massimi sia per la logica sul fronte di salita che per quella sul fronte di discesa.

Digital input rappresenta il segnale fornito all'ingresso opto-isolato 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 dell'opto-isolatore e al campionamento eseguito dalla logica interna (poiché il segnale digitale di ingresso è asincrono rispetto al clock interno). Questo jitter è illustrato nella figura 42 con un'area grigia. I tempi di ritardo minimi e massimi rappresentano i confini di quest'area.

I ritardi di ingresso minimi/massimi (quando la telecamera Itala viene attivata da un dispositivo

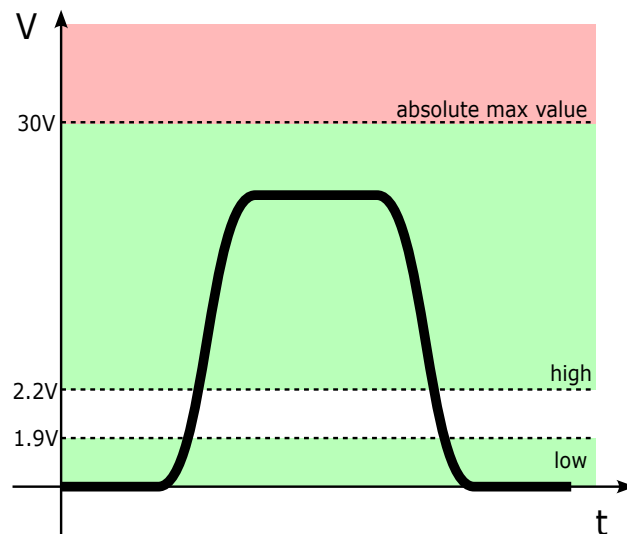


Figure 41: I trigger di ingresso compresi tra 0V-1,9V e 2,2V-30V vengono campionati rispettivamente come LOW e HIGH. La soglia massima di tensione di ingresso non deve essere superata.

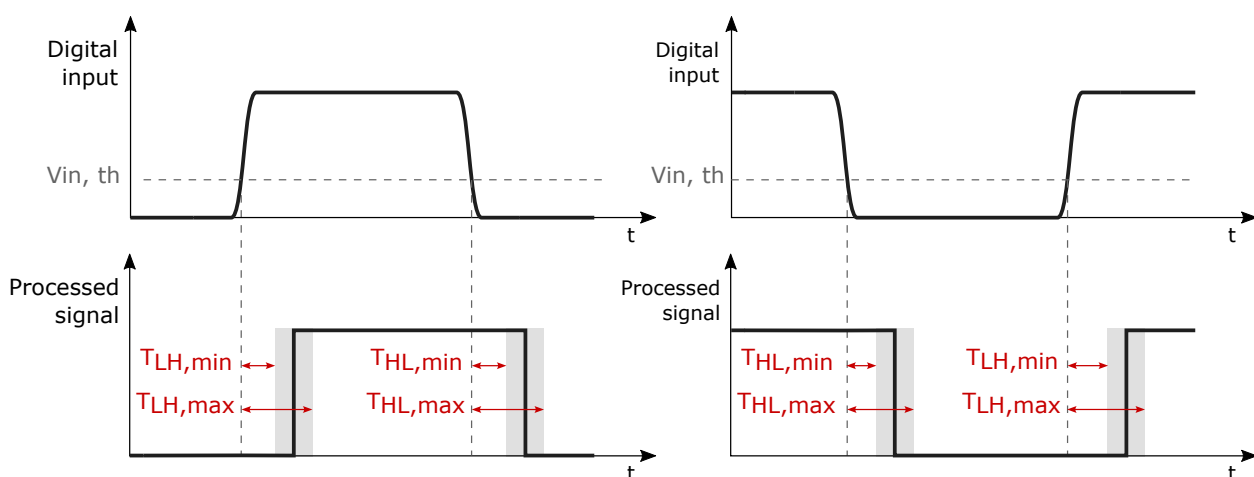


Figure 42: A sinistra: segnale trigger di ingresso e segnale elaborato (dal circuito di ingresso) in logica sul fronte di salita. A destra: segnale trigger di ingresso e segnale elaborato (dal circuito di ingresso) in logica sul fronte di discesa.

esterno) sono riportati nella Tabella 8: la colonna *Input voltage* definisce il livello di tensione del segnale di trigger di ingresso.

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 trigger del sensore 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 la durata minima del segnale di ingresso affinché venga considerato un segnale di trigger valido (ovvero un segnale la cui durata è inferiore al valore *MIN Input pulse* potrebbe non essere correttamente campionato dal circuito di ingresso).

NOTA: La differenza tra i ritardi minimi e massimi è il jitter dovuto al campionamento del segnale trigger di ingresso.

NOTA: Nelle telecamere Itala è integrato un opto-isolatore ad alte prestazioni per gestire i segnali trigger di ingresso con ritardo minimo. Questo opto-isolatore è inoltre simmetrico (ovvero i ritardi MIN/MAX sul fronte di salita sono uguali ai ritardi MIN/MAX sul fronte di discesa), pertanto le prestazioni di trigger sul fronte di salita sono equivalenti a quelle sul 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 di ingresso minimi e massimi quando le telecamere Itala vengono attivate da un dispositivo esterno

5.2.2 Specifiche elettriche di uscita

La Tabella 9 mostra le specifiche elettriche delle uscite opto-isolate di 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 opto-isolato.

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

La Figura 43 evidenzia il ritardo di uscita massimo sia per la logica sul fronte di salita che per quella sul fronte di discesa.

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

Digital output rappresenta il segnale dopo l'elaborazione eseguita dal circuito di uscita opto-isolato. L'uscita digitale è caratterizzata da un ritardo di uscita dovuto al tempo di risposta dell'opto-isolatore: tale ritardo, rappresentato da un'area grigia nella Figura 43, può variare nel tempo a causa di variazioni nelle condizioni operative: oscillazioni della tensione di alimentazione, variazioni di temperatura, variazioni della resistenza di carico in uscita. La Tabella 9 specifica il ritardo di uscita massimo, al fine di gestire il caso peggiore.

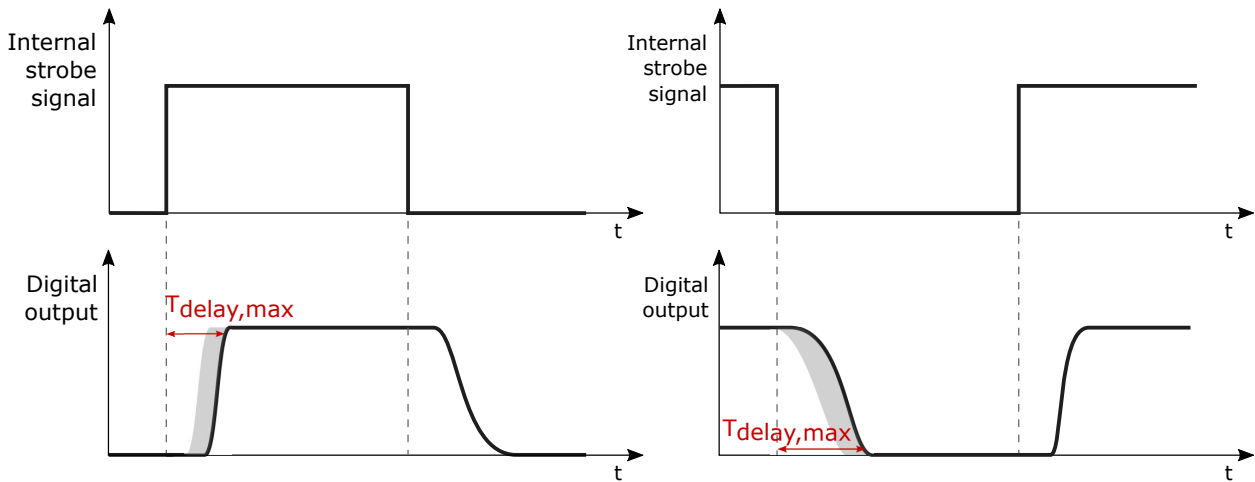


Figure 43: A sinistra: segnale strobe interno e uscita digitale in logica sul fronte di salita. A destra: segnale strobe interno e uscita digitale in logica sul fronte di discesa.

NOTA: Gli opto-isolatori di uscita non presentano un comportamento simmetrico, ovvero la logica sul fronte di salita e quella sul fronte di discesa 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 SUL FRONTE DI SALITA				
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 SUL FRONTE DI DISCESA				
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 di uscita massimi e misure elettriche per i segnali di uscita delle telecamere Itala

5.3 Risposta ottica del sensore

Tipicamente tutti i sensori Sony IMX di 1a generazione presentano la stessa risposta ottica. La trasmittanza relativa per i sensori monocromatici e a colori è mostrata nelle Fig.44 e Fig.45. Fare riferimento alla sezione 1.5 per ottenere le informazioni sulla famiglia di sensori immagine.

Tipicamente tutti i sensori Sony IMX di 2a generazione presentano la stessa risposta ottica. La trasmittanza relativa per i sensori monocromatici e a colori è mostrata nelle Fig.46 e Fig.47. Fare riferimento alla sezione 1.5 per ottenere le informazioni sulla famiglia di sensori immagine.

Tipicamente tutti i sensori Sony IMX di 4a generazione presentano, in media, la stessa risposta ottica. La trasmittanza relativa per i sensori monocromatici e a colori è mostrata nelle Fig.48 e Fig.49. Fare riferimento alla sezione 1.5 per ottenere le informazioni sulla famiglia di sensori immagine.

La trasmittanza relativa del sensore Sony IMX990 SenSWIR™ è mostrata nella Fig.50. Fare riferimento alla sezione 1.5 per ottenere le informazioni sulla famiglia di sensori immagine.

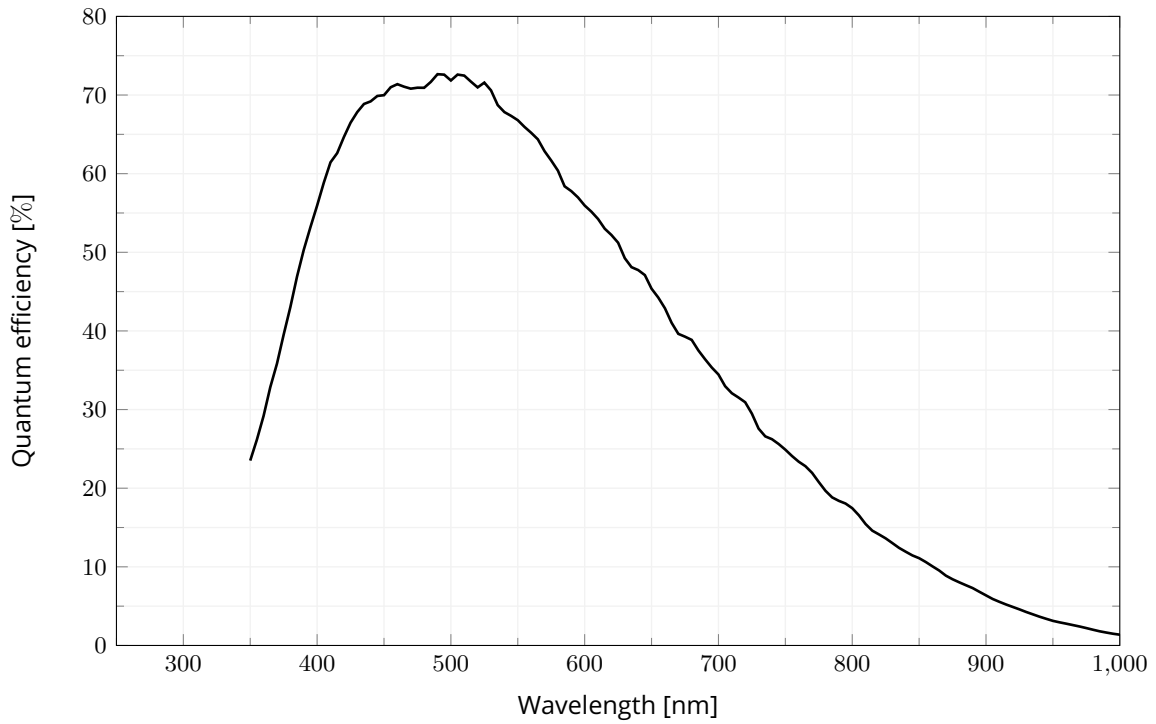


Figure 44: Sensori monocromatici Sony IMX di 1a generazione.

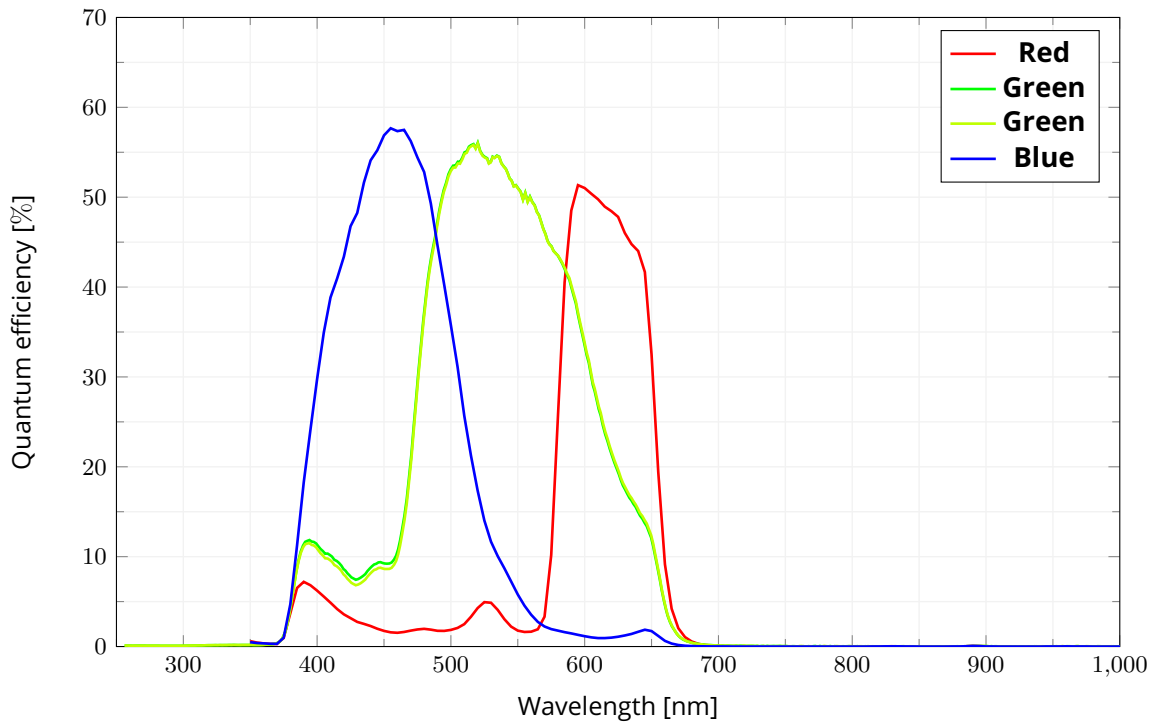


Figure 45: Sensori a colori Sony IMX di 1a generazione.

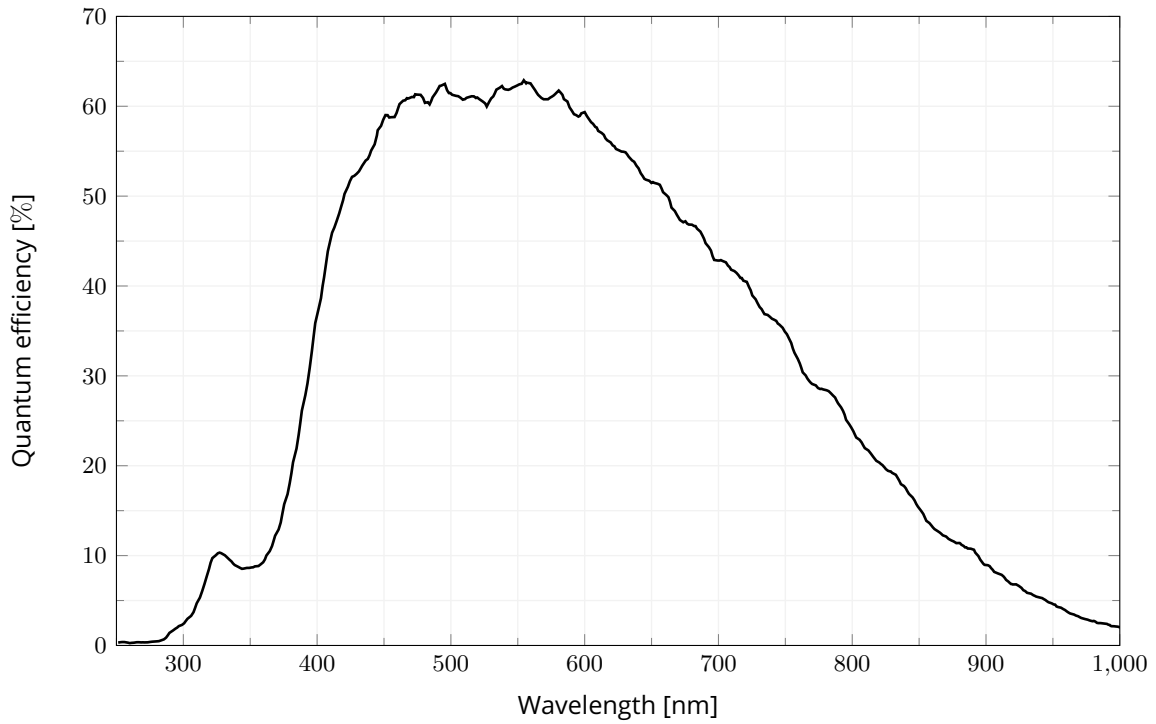


Figure 46: Sensori monocromatici Sony IMX di 2a generazione.

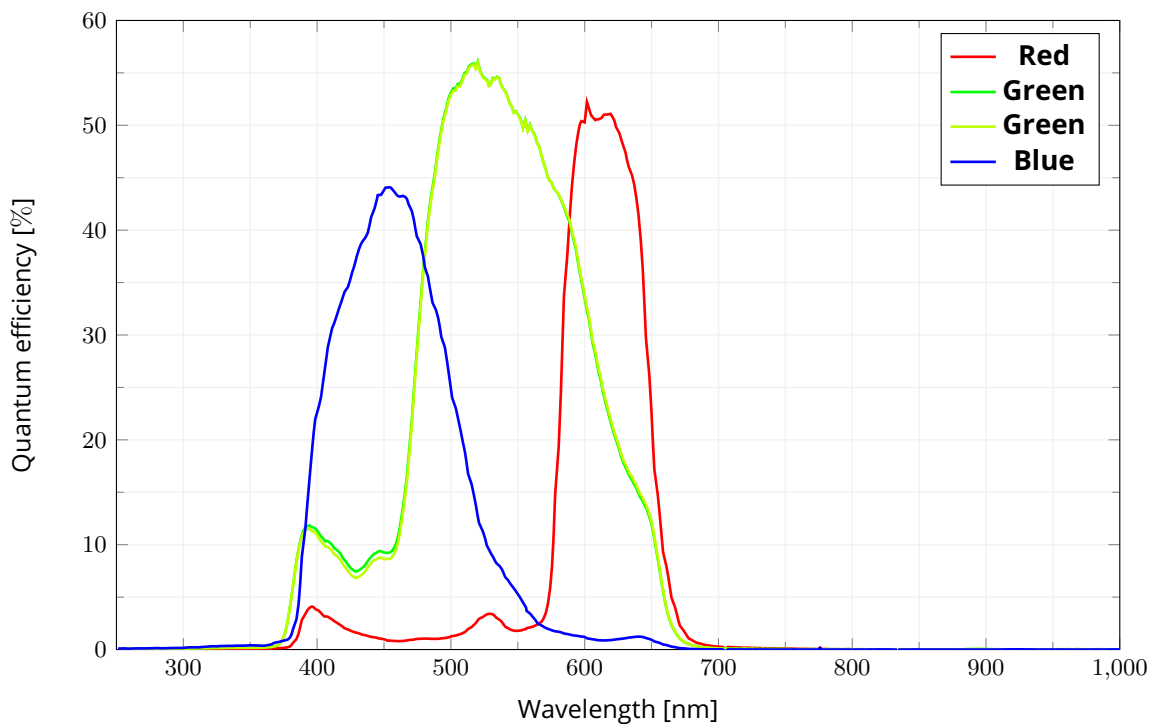


Figure 47: Sensori a colori Sony IMX di 2a generazione.

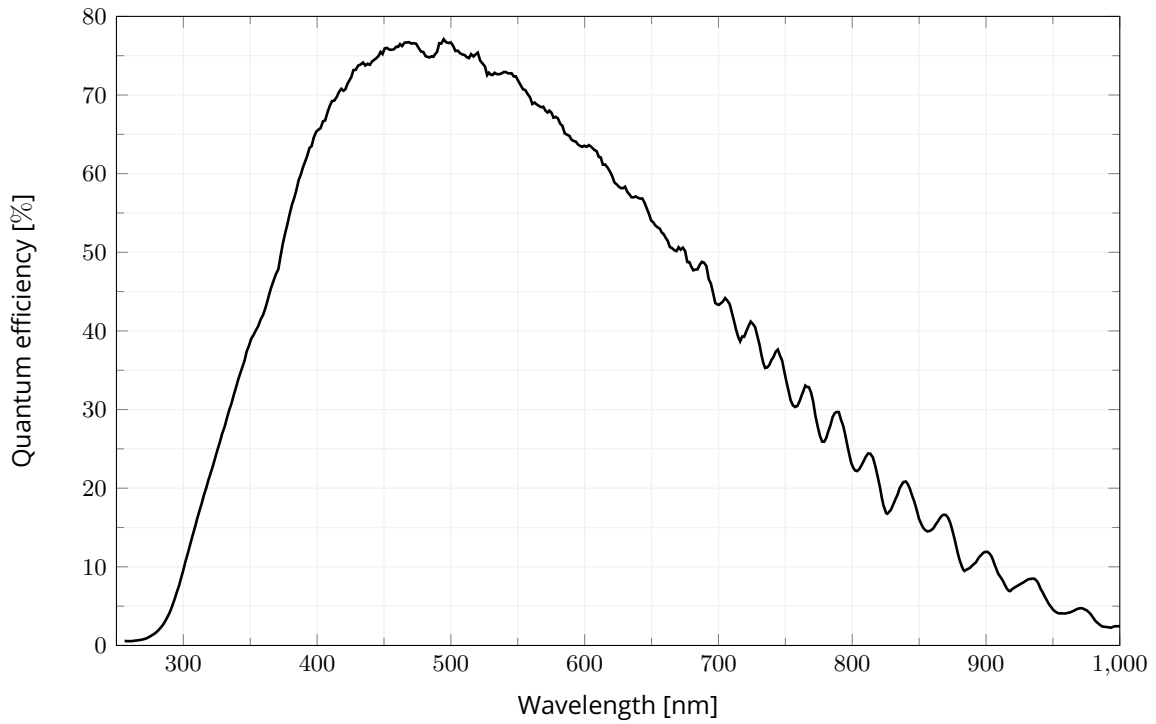


Figure 48: Sensori monocromatici Sony IMX di 4a generazione.

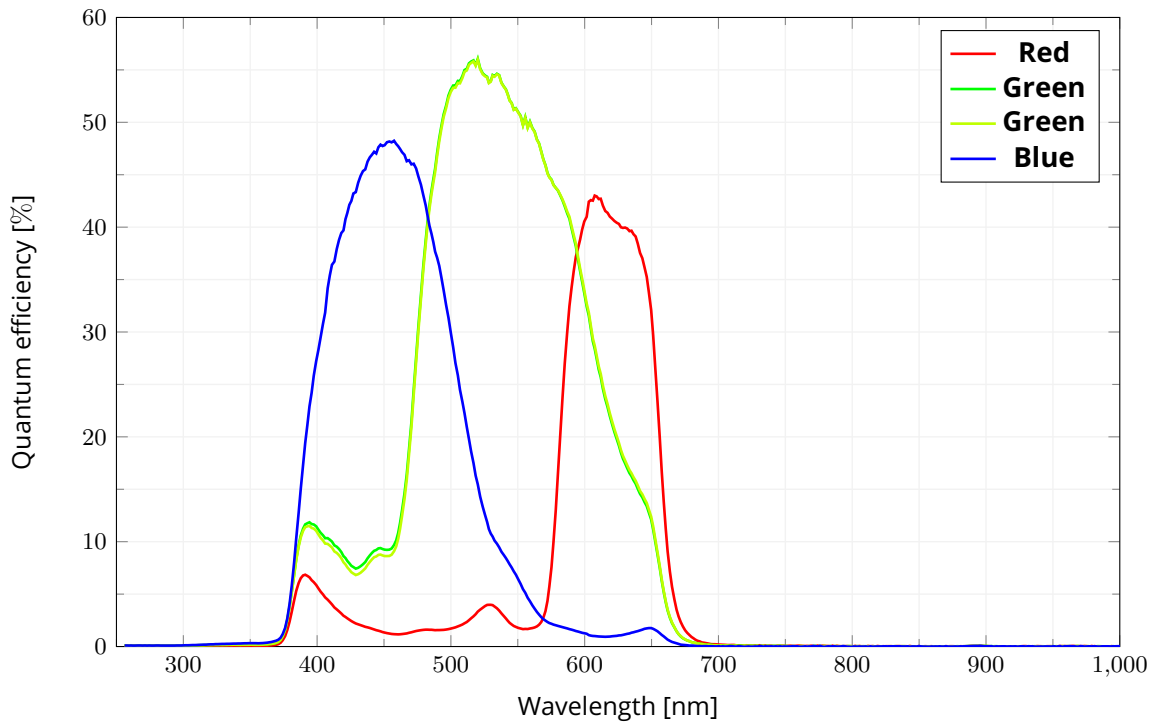


Figure 49: Sensori a colori Sony IMX di 4a generazione.

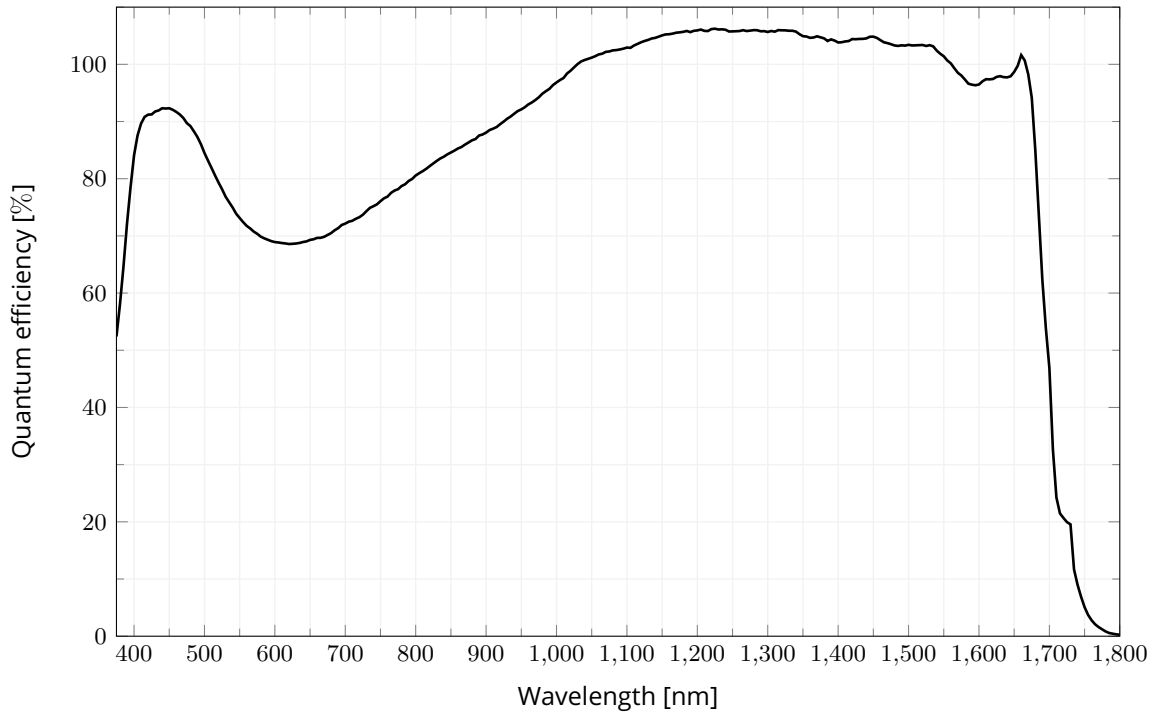
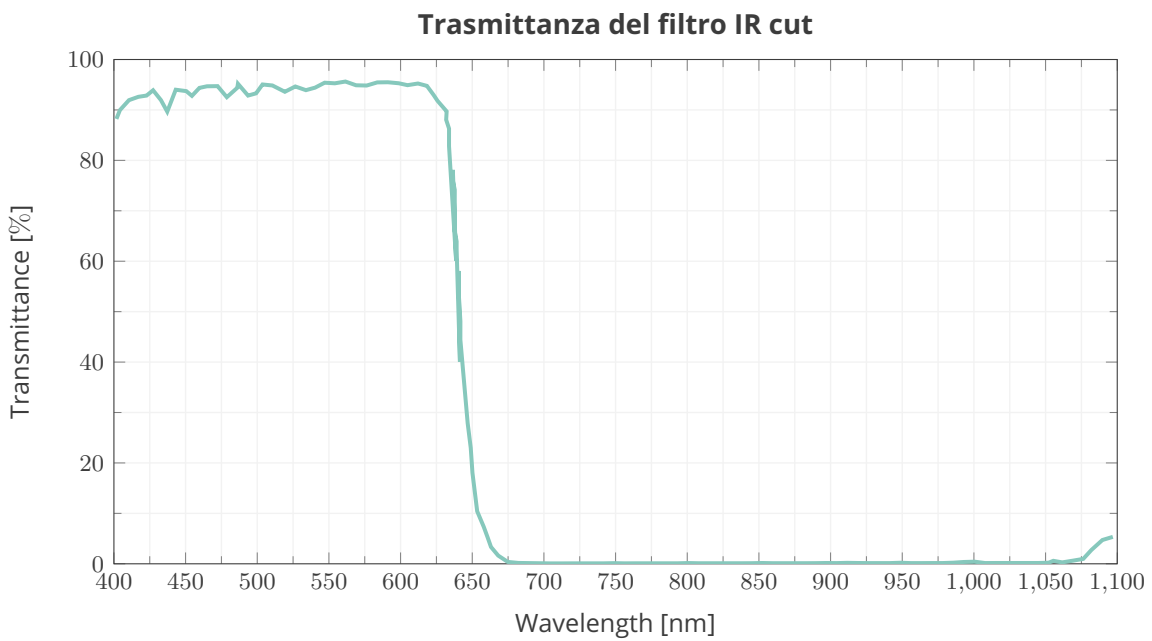
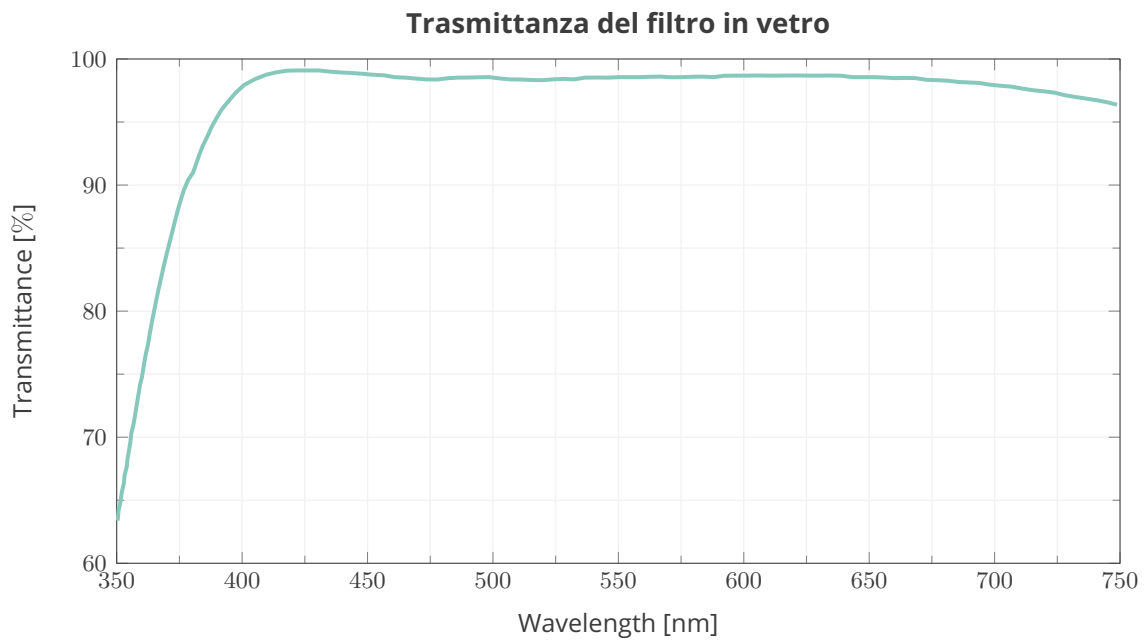


Figure 50: Sensore monocromatico Sony IMX990 SenSWIR™.

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 - ITALA G.EL

I disegni **TYPE 1** (Figura 51) si riferiscono a tutte le telecamere con sensori fino al formato immagine 1,2". Sono equipaggiate con un attacco standard **C mount** (diametro 1 pollice, 32 filetti per pollice), con una distanza di flangia di **17.526 mm**.

I disegni **TYPE 2** (Figura 52) si riferiscono a tutte le telecamere con sensori dal formato immagine 4/3" all'APS-C. Sono equipaggiate con un attacco filettato **M42x1**, con una distanza di flangia di **12 mm**.

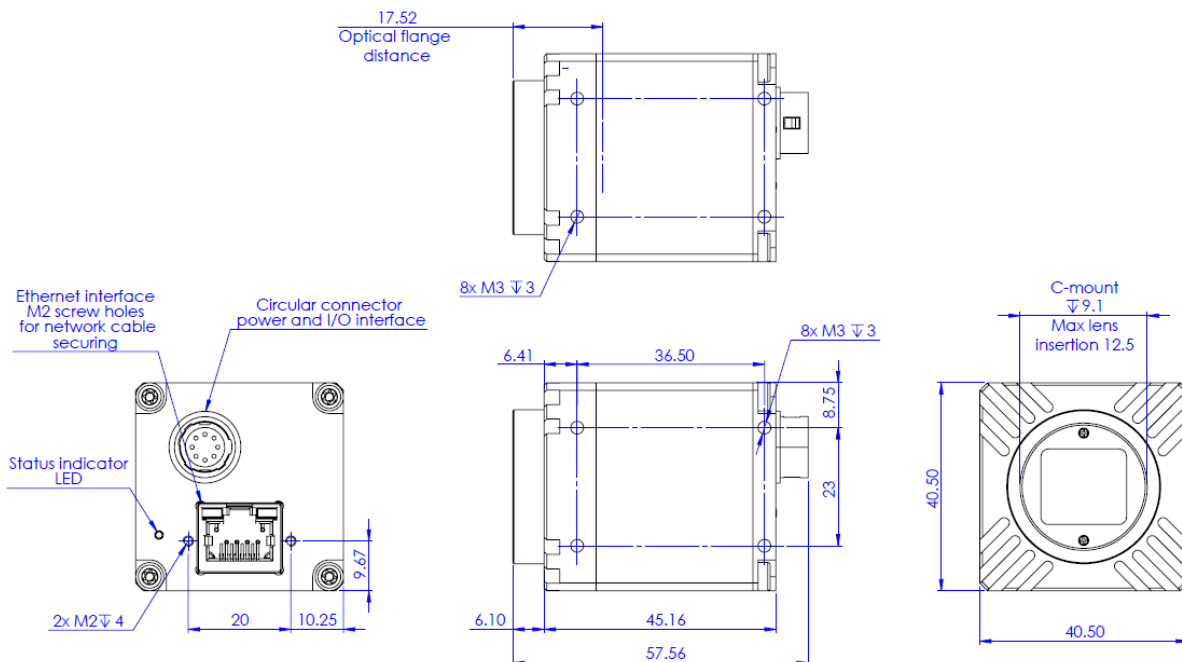


Figure 51: TYPE 1 dimensional drawings.

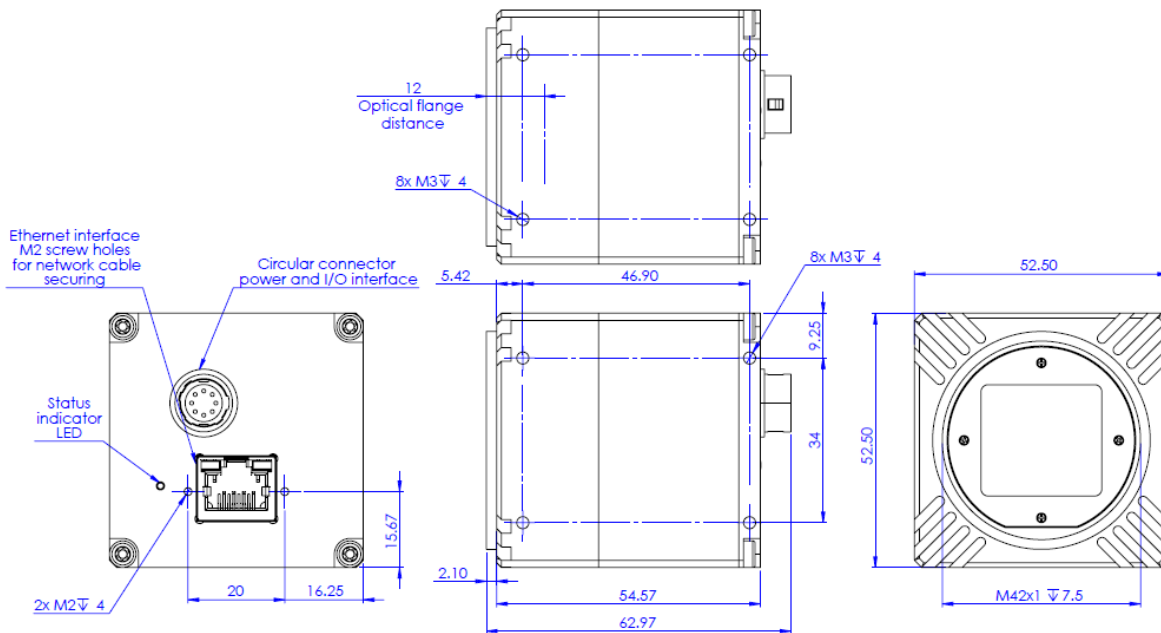


Figure 52: TYPE 2 dimensional drawings.

ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

I disegni in Figura 53 si riferiscono a tutte le telecamere IP67. Sono equipaggiate con un attacco standard **C mount** (diametro 1 pollice, 32 filetti per pollice), con una distanza di flangia di **17.526 mm**.

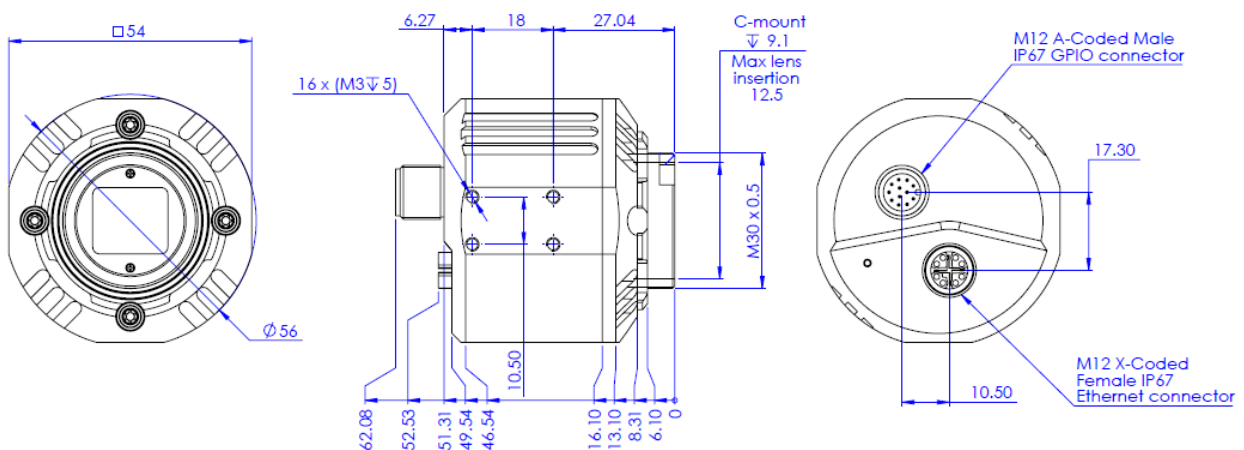
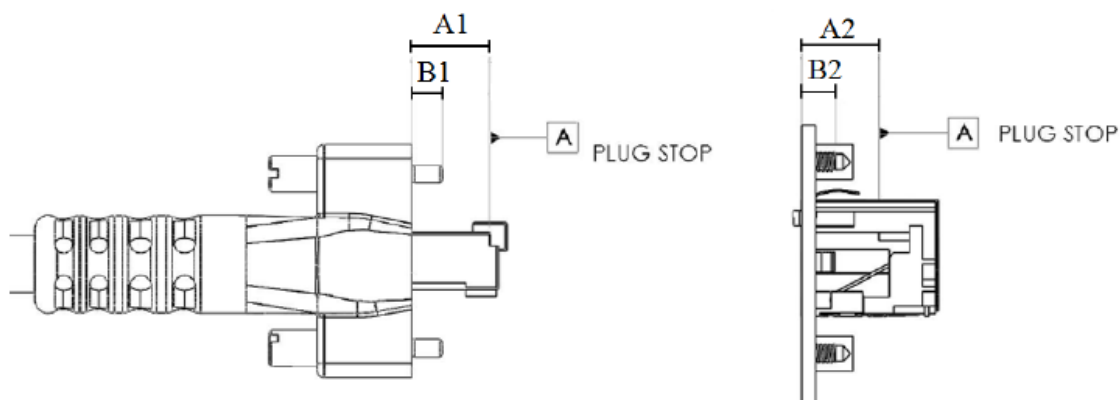


Figure 53: Itala G.IP and Itala G.EL.IP dimensional drawings.

5.5.2 Requisiti meccanici GigE Vision

Le telecamere Itala sono progettate in piena conformità con le specifiche meccaniche GigE Vision. La configurazione implementata corrisponde allo standard **TYPE090** come definito nel *GigE Vision Mechanical Supplement* (Figura 54).



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 54: 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 misurazioni vengono effettuate in tutti e sei i gradi di libertà rispetto all'attacco ottico, per garantire prestazioni di imaging ottimali. Nelle Tabelle 10 e 11 sono riportati i valori tipici di produzione per la centratura del sensore rispetto alla Figura 55.

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 telecamere con attacco C-mount

Asse	Nominale	3σ
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 telecamere con attacco J-mount

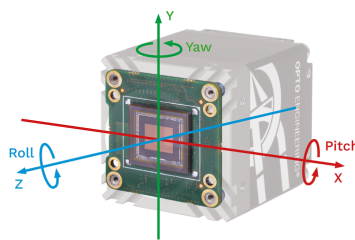


Figure 55: Gradi di libertà del sensore.

5.6 Connettori e pinout

ITALA G - ITALA G.EL

La telecamera dispone di due connettori:

- Connettore RJ45 standard con blocchi 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 ha pin multiuso: alimentazione, trigger, sincronismo, comunicazione seriale, driver lente liquida. Il pinout non è fisso e dipende dal modello di telecamera (standard o con controller per lente liquida). Fare riferimento alla Tabella 12 per visualizzare il pinout per entrambi i modelli di telecamera.

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

PIN	Itala G	Itala G.EL
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: Pinout per le varianti Itala G e Itala G.EL.

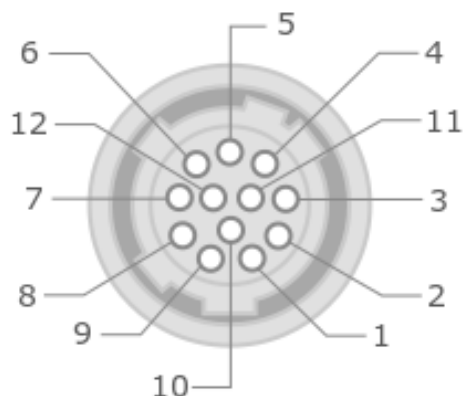


Figure 56: Pinout del connettore circolare a 12 pin (vista frontale telecamera)

ITALA G.IP - ITALA G.EL.IP

La telecamera dispone di due connettori:

- Connettore Ethernet IP67 femmina M12 X-Coded (P/N: 394811-E)**
 Connessione per lo streaming delle immagini e (opzionalmente) per l'alimentazione della telecamera tramite PoE.
- Connettore GPIO IP67 maschio M12 A-Coded (P/N: 494518-E)**
 Questo connettore ha pin multiuso: alimentazione, trigger, sincronismo, comunicazione seriale, driver lente liquida. Il pinout non è fisso e dipende dal modello di telecamera (standard o con controller per lente liquida). Fare riferimento alla Tabella 13 per visualizzare il pinout per entrambi i modelli di telecamera.

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

PIN	Itala G.IP	Itala G.EL.IP
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 13: Pinout per le varianti Itala G.IP e Itala G.EL.IP.

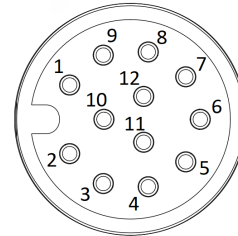


Figure 57: Pinout del connettore circolare IP67 a 12 pin (vista frontale telecamera).

5.7 Circuito I/O

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

Tutte le specifiche elettriche e le tensioni/correnti massime ammissibili sono elencate nella Tabella 7.

5.7.1 Ingresso opto-isolato

La topologia dell'ingresso opto-isolato è mostrata schematicamente nella Figura 58.

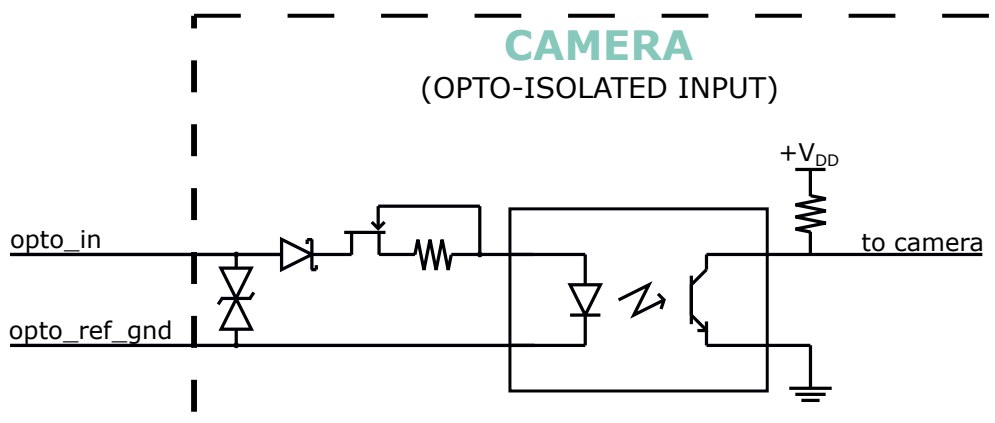


Figure 58: Topologia dell'ingresso opto-isolato.

Nel progetto è utilizzato un isolatore di ingresso ad alta velocità per gestire il segnale trigger di ingresso con un ritardo di propagazione minimo. Un diodo TVS è utilizzato come contromisura contro i picchi di alta tensione, mentre un diodo in serie previene l'inversione di polarità dell'ingresso. È inoltre incluso un circuito limitatore di corrente per regolare automaticamente la corrente di ingresso.

NOTA: Prestare attenzione: qualsiasi danno al circuito di ingresso opto-isolato lo rende inutilizzabile.

Alcuni esempi di schema di collegamento (sia per sistemi opto-isolati che non isolati) sono mostrati nel capitolo "Esempi di collegamento" (7.1).

5.7.2 Uscita opto-isolata

La topologia dell'uscita opto-isolata è mostrata schematicamente nella Figura 59.

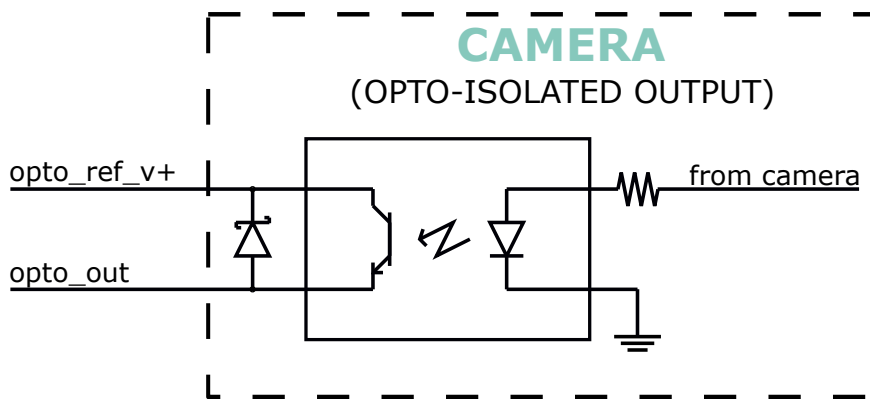


Figure 59: Topologia dell'uscita opto-isolata.

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

5.8 Indicatori LED

Tutte le telecamere Itala sono dotate di un indicatore LED sul lato posteriore del corpo macchina, in prossimità dei connettori (vedere le Figure 51, 52 e 53).

Questo LED fornisce un'indicazione visiva dello stato operativo corrente della telecamera. I codici colore sono elencati nella Tabella 14.

Inoltre, tutte le telecamere Itala ad eccezione dei modelli IP67 dispongono di due indicatori LED di stato Ethernet sul lato posteriore del corpo macchina, sul connettore RJ45 (vedere le Figure 51 e 52).

Colore	Stato telecamera
Condition: camera working	
● Giallo lampeggiante	Avvio della telecamera (all'accensione)
● Giallo fisso	Telecamera pronta
● Verde	Telecamera attivata (triggered)
Condition: camera during firmware update	
● Viola	Telecamera in modalità boot
● Viola/Ciano lampeggiante	Telecamera in aggiornamento
Condition: fault	
● Rosso fisso	Guasto hardware - Errore FPGA
● Rosso lampeggiante veloce - periodo: 500ms	Guasto hardware - Errore RAM
● Rosso lampeggiante lento - periodo: 4s	Guasto hardware - Errore sensore immagine

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

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

I codici colore sono elencati nella Tabella 15.

Colore	Stato Ethernet
Amber led - Network activity	
● Giallo lampeggiante	Trasferimento dati in corso
● Spento	Nessuna attività di rete
Green led - Connection status	
● Verde	Collegamento a 1000 Mbps
● Spento	Collegamento a 100 Mbps o assenza di collegamento

Table 15: Codici colore dei LED per lo stato Ethernet

6 CARATTERISTICHE DELLA TELECAMERA

Questo capitolo fornisce un riepilogo delle funzionalità standard e personalizzate della serie di telecamere Itala. Le funzionalità sono definite seguendo la *Standard Feature Naming Convention (SFNC)* e la nomenclatura *GenICam*. Le sezioni seguenti forniscono una spiegazione più dettagliata di ciascuna funzionalità.

6.1 Device Control

Questa sezione contiene le funzionalità relative al controllo e alle informazioni del dispositivo. Viene utilizzata 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 di Device Control.

Funzionalità	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 nel dispositivo	IString	R
DeviceSerialNumber	Numero di serie del dispositivo	IString	R
DeviceUserID	Identificatore del dispositivo programmabile dall'utente	IString	RW
DeviceTLType	Tipo di Transport Layer del dispositivo	IEnumeration	R
DeviceTLVersionMajor	Versione principale del Transport Layer del dispositivo	Integer	R
DeviceTLVersionMinor	Versione secondaria del Transport Layer del dispositivo	Integer	R
DeviceLinkSelector	Seleziona quale Link del dispositivo controllare	Integer	RW
DeviceLinkSpeed	Indica la velocità di trasmissione negoziata sul Link 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 Link selezionato	IInteger	RW
DeviceLinkHeartbeatMode	Attiva o disattiva l'heartbeat del Link	IEnumeration	RW
DeviceLinkHeartbeatTimeout	Controlla il timeout heartbeat corrente del Link specifico	IFloat	RW
DeviceLinkCommandTimeout	Indica il timeout dei comandi del Link specificato. Corrisponde al tempo massimo di risposta del dispositivo per un comando inviato su quel Link	IFloat	RW
DeviceReset	Ripristina il dispositivo allo stato di accensione. Dopo il ripristino, il dispositivo deve essere riscoperto. Si noti che alcuni Transport Layer richiedono il riconoscimento del comando DeviceReset prima di avviare il ripristino effettivo del dispositivo	ICommand	W
DeviceFeaturePersistenceStart	Indica al dispositivo e al GenICam XML di prepararsi per il salvataggio di tutte le funzionalità trasmissibili	ICommand	W
DeviceFeaturePersistenceEnd	Indica al dispositivo la fine del salvataggio delle funzionalità	ICommand	W
DeviceRegistersStreamingStart	Prepara il dispositivo per lo streaming dei registri senza verifica di coerenza	ICommand	W
DeviceRegistersStreamingEnd	Segnala la fine dello streaming dei registri	ICommand	W
DeviceTemperatureSelector	Seleziona la posizione all'interno del dispositivo in cui verrà misurata la temperatura	IEnumeration	RW
DeviceTemperature	Temperatura del dispositivo in gradi Celsius (°C)	IFloat	R

oeSensorTemperatureNormal	Limite di temperatura normale del sensore immagine in gradi Celsius (°C)	IFloat	R
oeSensorTemperatureHigh	Limite di temperatura elevata del sensore immagine in gradi Celsius (°C)	IFloat	R
oeSensorTemperatureStatus	Mostra lo stato della temperatura del sensore immagine	IEnumeration	R
oeDevicePressure	Pressione interna del dispositivo in hPa	IFloat	R

Table 16: Funzionalità di Device Control

6.1.1 Sensor Temperature Status

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

L'evento **SensorTemperature** è disponibile nella sezione Event Control. Abilitandolo, è possibile ricevere un evento ogni volta che si verifica una variazione dello stato **oeSensorTemperatureStatus**. Per ulteriori informazioni, consultare il capitolo dedicato agli eventi.

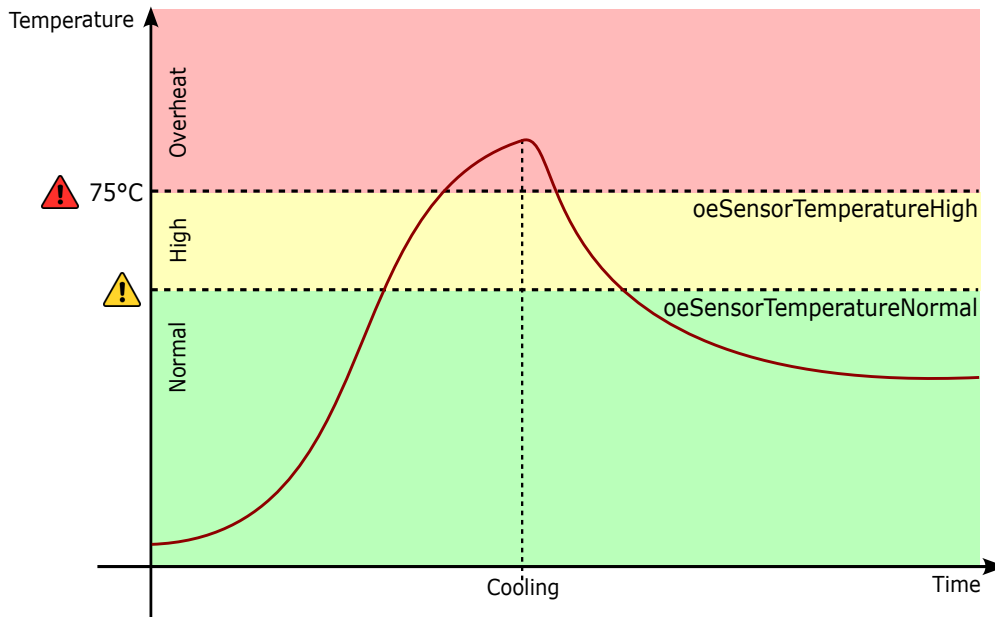


Figure 60: Esempio di curva di temperatura del dispositivo (Sensore) e rappresentazione degli stati.

6.1.2 Bandwidth limit

La funzionalità **DeviceLinkThroughputLimit** consente di limitare la larghezza di banda disponibile per lo streaming dei dati della telecamera. Verranno inseriti ritardi uniformi tra i pacchetti del Transport Layer al fine di controllare la larghezza di banda di picco. Ciò equivale a impostare direttamente il valore del ritardo inter-pacchetto tramite la funzionalità **GevSCPD** nella sezione **Transport Layer Control**. Un ritardo adeguato nel trasferimento dei dati impedirà alla telecamera di "sovraccaricare" il limite dell'interfaccia di trasferimento.

Il limite di larghezza di banda è particolarmente utile nella configurazione di un sistema multi-camera con larghezza di banda installata inferiore alla somma delle larghezze di banda dei singoli dispositivi. Impostare un limite appropriato su ciascun 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.

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

SensorHeight	Altezza effettiva del sensore in pixel	Integer	R
SensorPixelWidth	Dimensione fisica (pitch) nella direzione x di un'unità pixel fotosensibile	IFloat	R
SensorPixelHeight	Dimensione fisica (pitch) nella direzione y di un'unità pixel fotosensibile	IFloat	R
SensorName	Nome commerciale del sensore immagine	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	Offset orizzontale dall'origine alla regione di interesse (in pixel)	Integer	RW
OffsetY	Offset verticale dall'origine alla regione di interesse (in pixel)	Integer	RW
BinningHorizontalMode	Imposta la modalità da utilizzare per combinare le celle fotosensibili orizzontali quando si usa BinningHorizontal	Enumeration	RW
BinningHorizontal	Numero di celle fotosensibili orizzontali da combinare insieme	Integer	RW
BinningVerticalMode	Imposta la modalità da utilizzare per combinare le celle fotosensibili verticali quando si usa BinningVertical	Enumeration	RW
BinningVertical	Numero di celle fotosensibili verticali da combinare insieme	Integer	RW
DecimationHorizontalMode	Imposta la modalità utilizzata per ridurre la risoluzione orizzontale quando si usa DecimationHorizontal	Enumeration	RW
DecimationHorizontal	Sottocampionamento orizzontale dell'immagine	Integer	RW

DecimationVerticalMode	Imposta la modalità utilizzata per ridurre la risoluzione verticale quando si usa DecimationVertical	IEnumeration	RW
DecimationVertical	Sottocampionamento verticale dell'immagine	IInteger	RW
ReverseX	Ribalta orizzontalmente l'immagine inviata dal dispositivo	IBoolean	RW
ReverseY	Ribalta verticalmente l'immagine inviata dal dispositivo	IBoolean	RW
PixelFormat	Formato dei pixel forniti dal dispositivo	IEnumeration	RW
TestPattern	Seleziona il tipo di pattern di test generato dal dispositivo come sorgente immagine	IEnumeration	RW

Table 17: Funzionalità di Image Format Control

6.2.1 Pipeline di elaborazione immagine

La Figura 61 illustra la pipeline di elaborazione immagine a bordo implementata nelle telecamere Itala. La pipeline è composta da una sequenza di stadi di elaborazione che convertono i dati grezzi del sensore in informazioni utilizzabili per l'analisi e l'ulteriore elaborazione delle immagini. I principali blocchi di elaborazione sono elencati di seguito:

- **ROI:** definisce la Region of Interest, ovvero la porzione del 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 of Interest utilizzata dalle funzioni automatiche.
- **Autofocus:** determina automaticamente la messa a fuoco ottimale.
- **Autoexposure:** regola automaticamente il tempo di esposizione per raggiungere una luminosità target.
- **Autogain:** regola automaticamente il gain per raggiungere un livello di segnale target.
- **White balance:** equalizza i tre canali colore (R, G, B).
- **LUT:** Look-Up Table utilizzata per applicare trasformazioni a livello di pixel (ad esempio la correzione gamma).
- **Debayering:** interpola i dati grezzi per ricostruire un'immagine a colori completa R, G, B.

- **Color Correction Matrix (CCM):** regola i canali colore per ottenere una riproduzione cromatica accurata.

NOTA: Alcuni stadi di elaborazione sono disponibili solo su specifici modelli di telecamera Itala. Ad esempio, il white balance, il debayering e la CCM sono disponibili esclusivamente sulle telecamere a colori, mentre l'autofocus è supportato solo sulle varianti Itala dotate di controller integrato per lenti liquide.

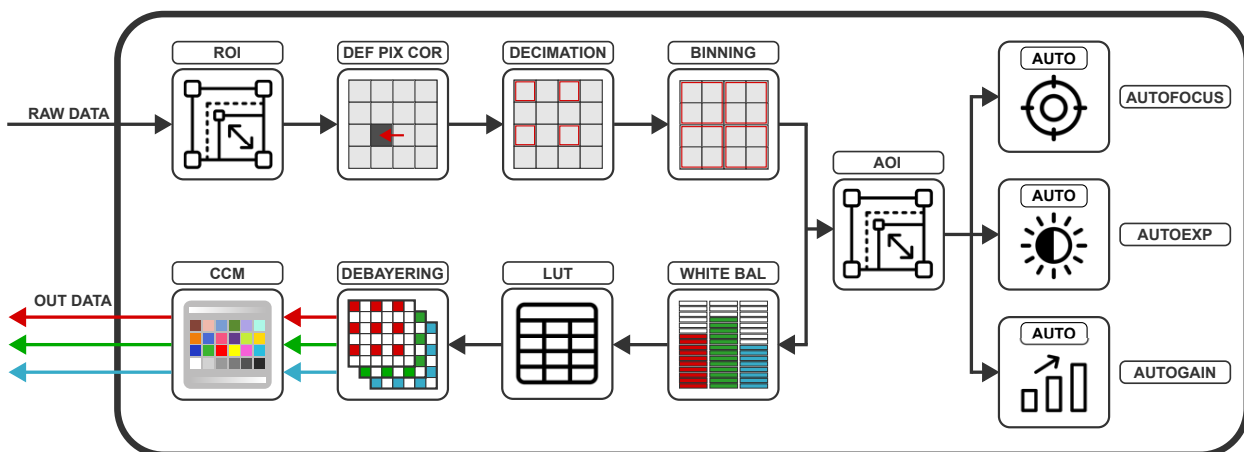


Figure 61: Pipeline di elaborazione immagine.

6.2.2 ROI immagine

I parametri **Width**, **Height**, **OffsetX**, **OffsetY** vengono 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 definiscono 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.

In Fig.62 è mostrata una spiegazione grafica di questi parametri.

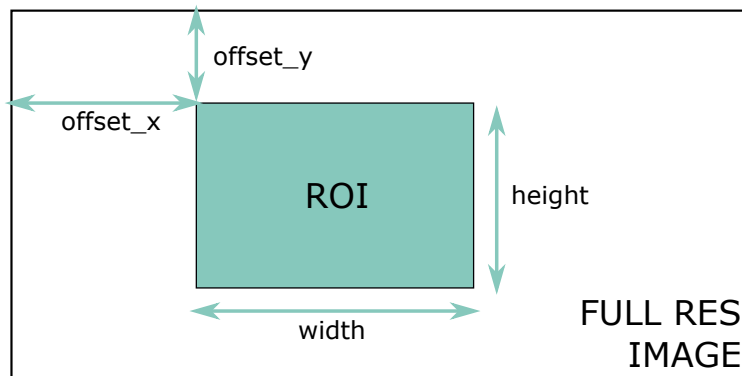


Figure 62: Parametri della ROI immagine.

6.2.3 Binning

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

Come mostrato in Fig.63, un'operazione di **binning 2x1** 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 di **binning 2x2**, la risoluzione dell'immagine risultante è un quarto dell'originale e la luminosità aumenta di un fattore quattro.

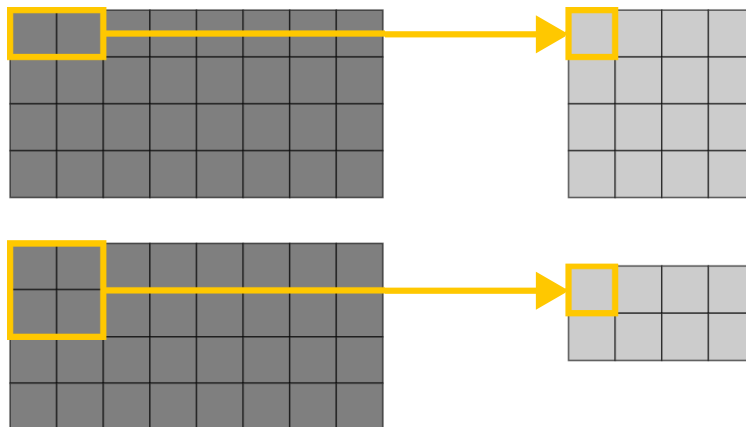


Figure 63: Esempi di binning per sensori monocromatici: nella figura in alto viene eseguito un binning 2x1, mentre nella figura in basso viene applicato un binning 2x2.

Per i sensori a colori, occorre tenere conto del pattern del filtro Bayer. Poiché i pixel adiacenti corrispondono a canali colore diversi, il binning viene applicato solo ai pixel con la stessa componente cromatica, come illustrato in Fig.64. Questo approccio previene la distorsione cromatica ed evita gli artefatti introdotti dalla combinazione di informazioni di colore diverse.

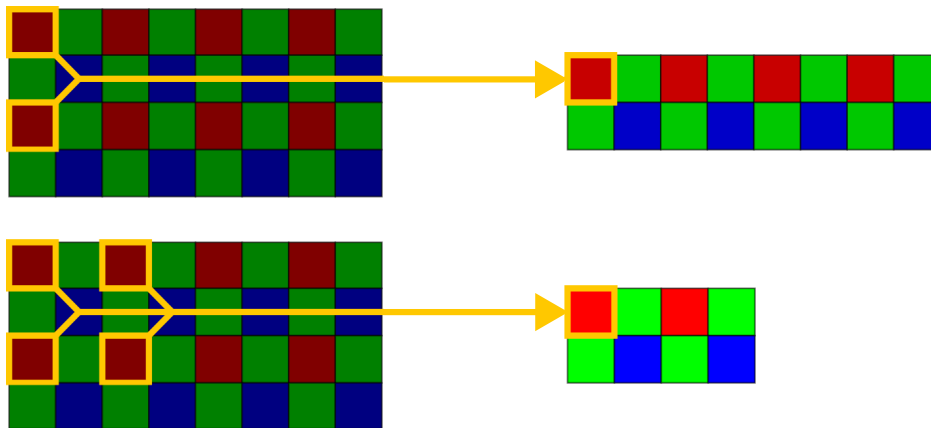


Figure 64: Esempi di binning per sensori a colori: nella figura in alto viene eseguito un binning 1x2, mentre nella figura in basso viene applicato un binning 2x2.

6.2.4 Decimation

La modalità decimation viene utilizzata per scartare pixel al fine di ottenere un'immagine sotto-campionata.

La modalità decimation presenta alcuni vantaggi, ad esempio l'aumento del framerate della telecamera.

In Fig.65 sono mostrati due esempi di decimation: nella figura in alto viene eseguita una **decimation 2x1**: viene considerato solo un pixel su due, quindi l'immagine risultante ha metà della risoluzione orizzontale iniziale; nella figura in basso è stata applicata una **decimation 4x1**, quindi viene acquisito solo un pixel su quattro. Anche in questo caso la risoluzione orizzontale risultante è stata ridotta (di un fattore 4).

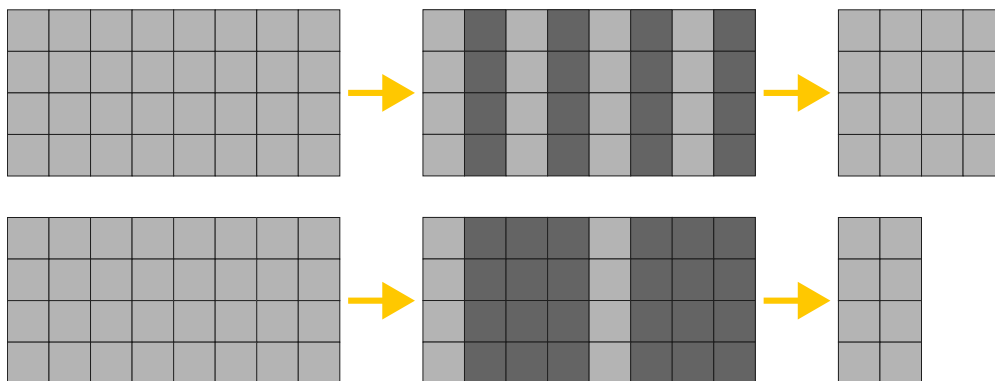


Figure 65: Esempi di decimation: nella figura in alto viene eseguita una decimation 2x1, mentre nella figura in basso viene applicata una decimation 4x1.

Nel caso di sensori a colori, occorre tenere conto del filtro Bayer: poiché i pixel adiacenti hanno informazioni cromatiche diverse, la decimation viene eseguita raggruppando pixel con colori alternati, come illustrato in Fig.66. In questo modo, le informazioni cromatiche non vengono alterate

da artefatti algoritmici.

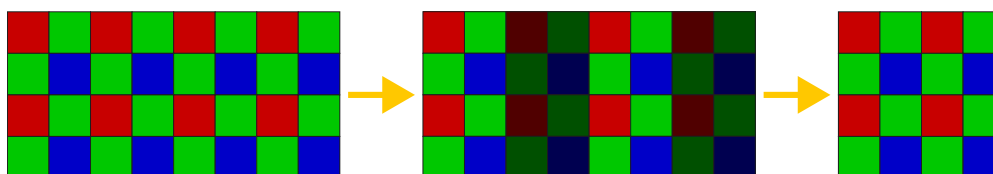


Figure 66: Esempi di decimation per sensori a colori: nella figura in alto viene eseguita una decimation 2x1.

6.2.5 Readout direction

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

In Fig.67 è mostrato un esempio delle funzionalità **ReverseX** e **ReverseY**.

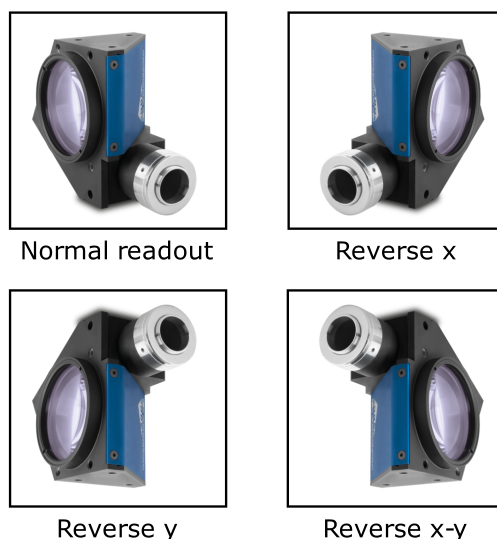


Figure 67: Rappresentazione di tutte e quattro le possibili modalità di lettura.

6.2.6 Profondità di bit e pixel format

La **Bit depth** indica il numero di bit utilizzati per rappresentare il valore di intensità di ciascun pixel acquisito dal sensore. Definisce il numero di livelli di grigio disponibili e contribuisce direttamente al range dinamico ottenibile.

La Figura 68 illustra come la profondità di bit influenzi la quantizzazione dei pixel: profondità di bit inferiori forniscono meno livelli discreti per codificare l'immagine, limitando potenzialmente i dettagli nelle aree a basso contrasto. Al contrario, profondità di bit maggiori consentono passi di quantizzazione più fini, migliorando la risoluzione effettiva dell'immagine.

Tuttavia, l'aumento della profondità di bit comporta un compromesso in termini di larghezza di banda: più bit per pixel aumentano il payload totale da trasmettere. A parità di larghezza di banda dell'interfaccia, payload più elevati riducono il framerate massimo ottenibile.

Nelle applicazioni di visione artificiale industriale, si utilizza comunemente una profondità di bit compresa tra 8 e 12 bit, che offre un buon compromesso tra qualità dell'immagine e throughput.

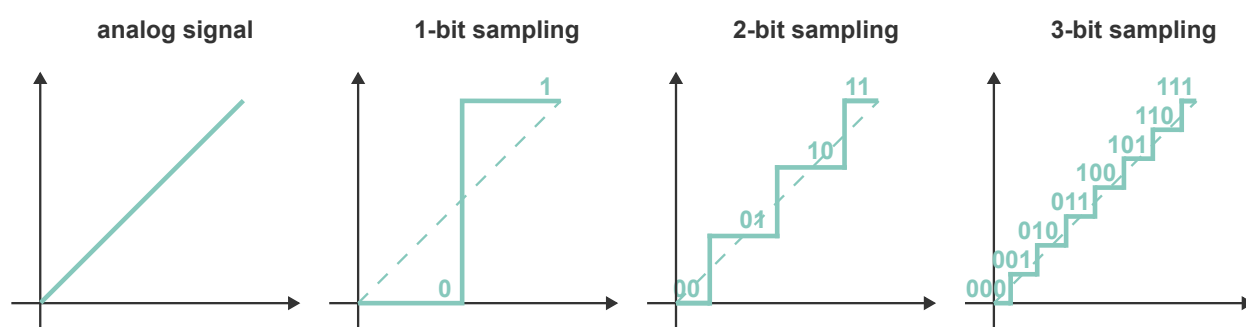


Figure 68: Esempio di quantizzazione dei pixel: all'aumentare della profondità di bit (da sinistra a destra), il numero di livelli di intensità rappresentabili cresce, consentendo una risoluzione più fine nell'immagine acquisita.

Il **pixel format** definisce come vengono codificati i dati dei pixel, specificando il tipo di informazione contenuta in ciascun pixel (ad esempio, canali monocromatici o a colori, spazio colore, ordine dei canali) e il numero di bit utilizzati per rappresentarla.

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

I pixel format supportati da Itala sono elencati nella Tabella 18:

Pixel Format	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 A COLORI		
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 MONOCROMATICI POLARIZZATI		
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 A COLORI POLARIZZATI		
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: Pixel format nelle telecamere Itala.

Le Figure 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81 illustrano come i dati dei pixel vengono impacchettati e codificati in base al pixel format selezionato.

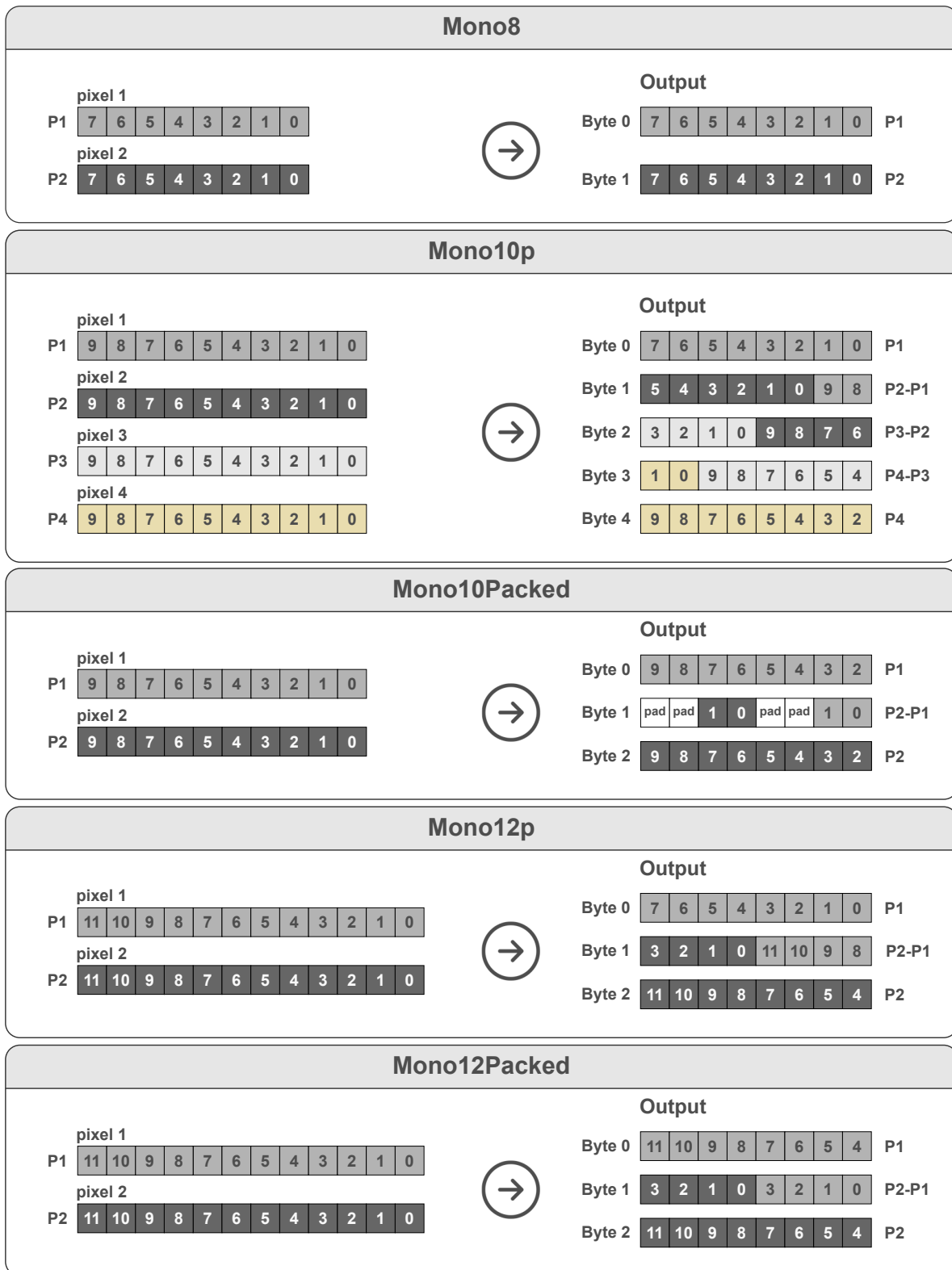


Figure 69: Codifica del pixel format.

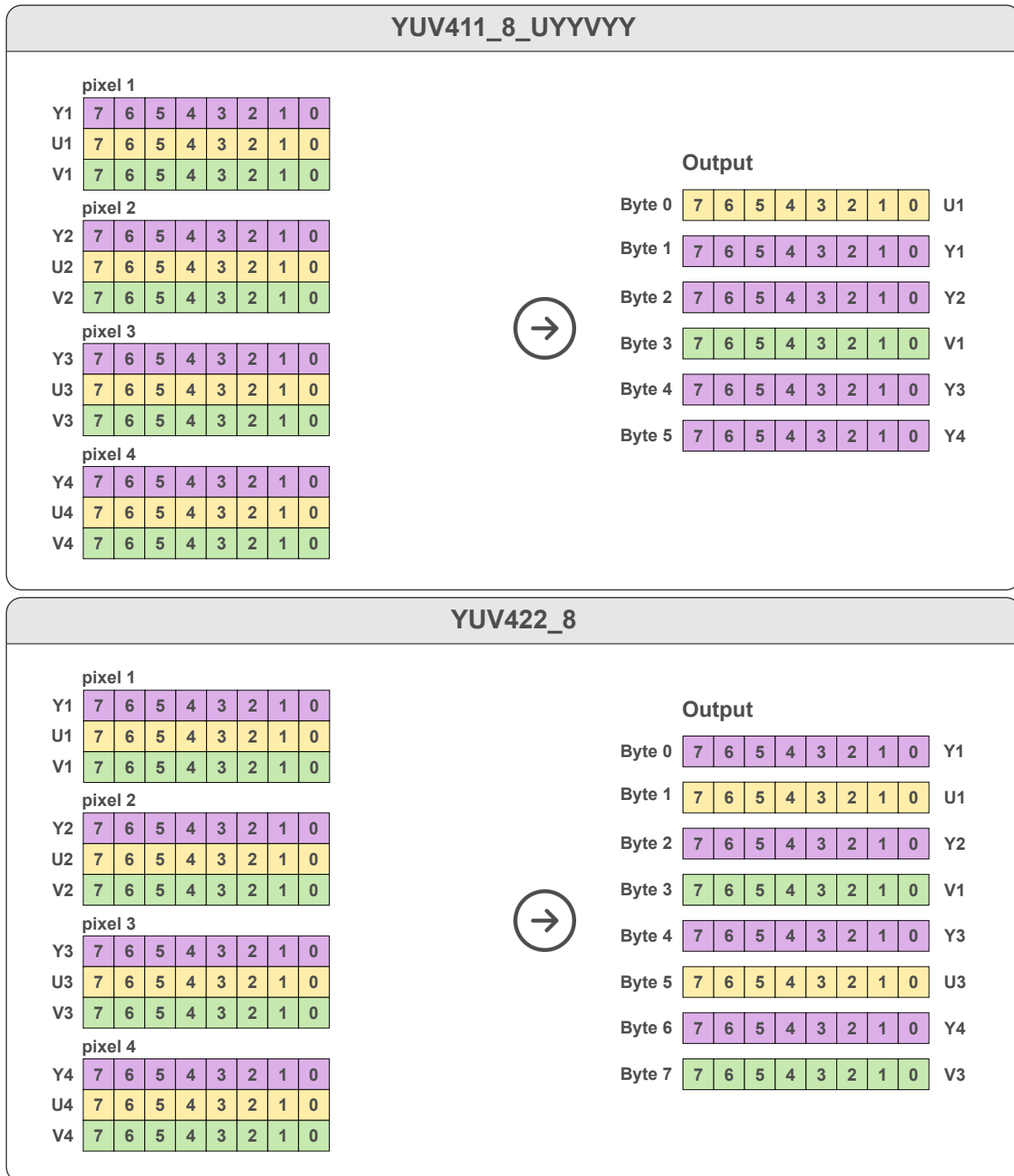
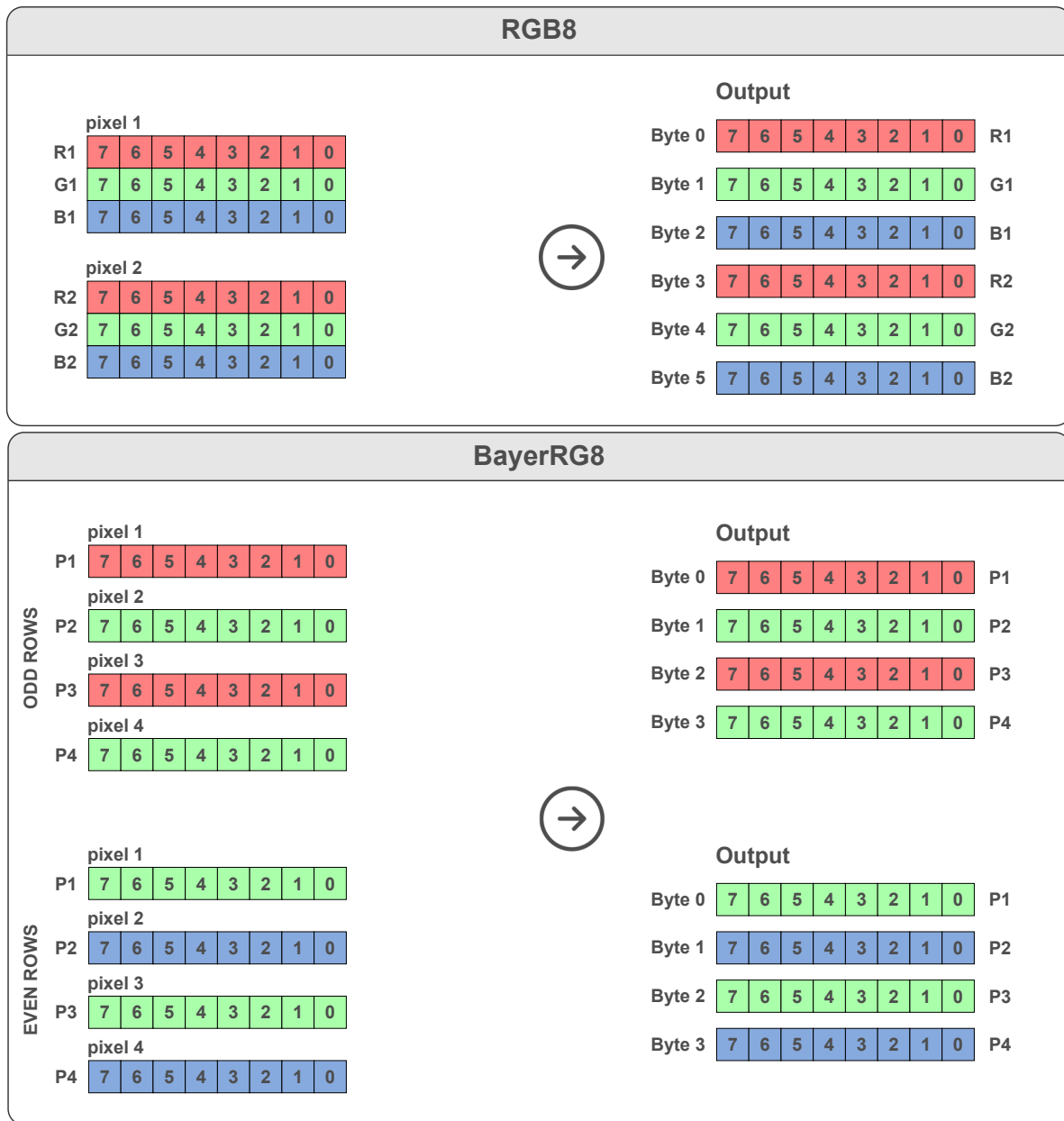


Figure 70: Codifica del pixel format.



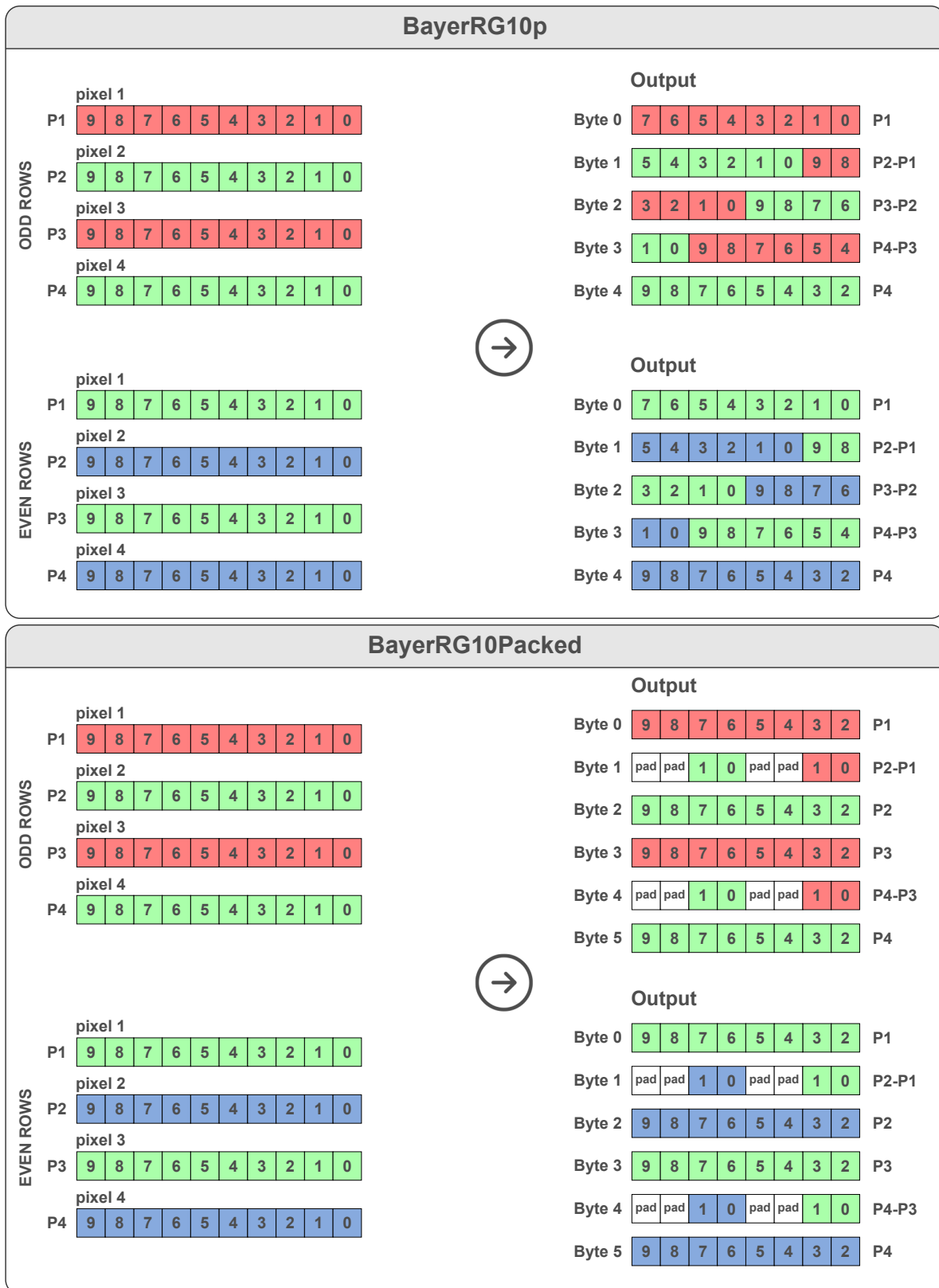


Figure 72: Codifica del pixel format.



Figure 73: Codifica del pixel format.

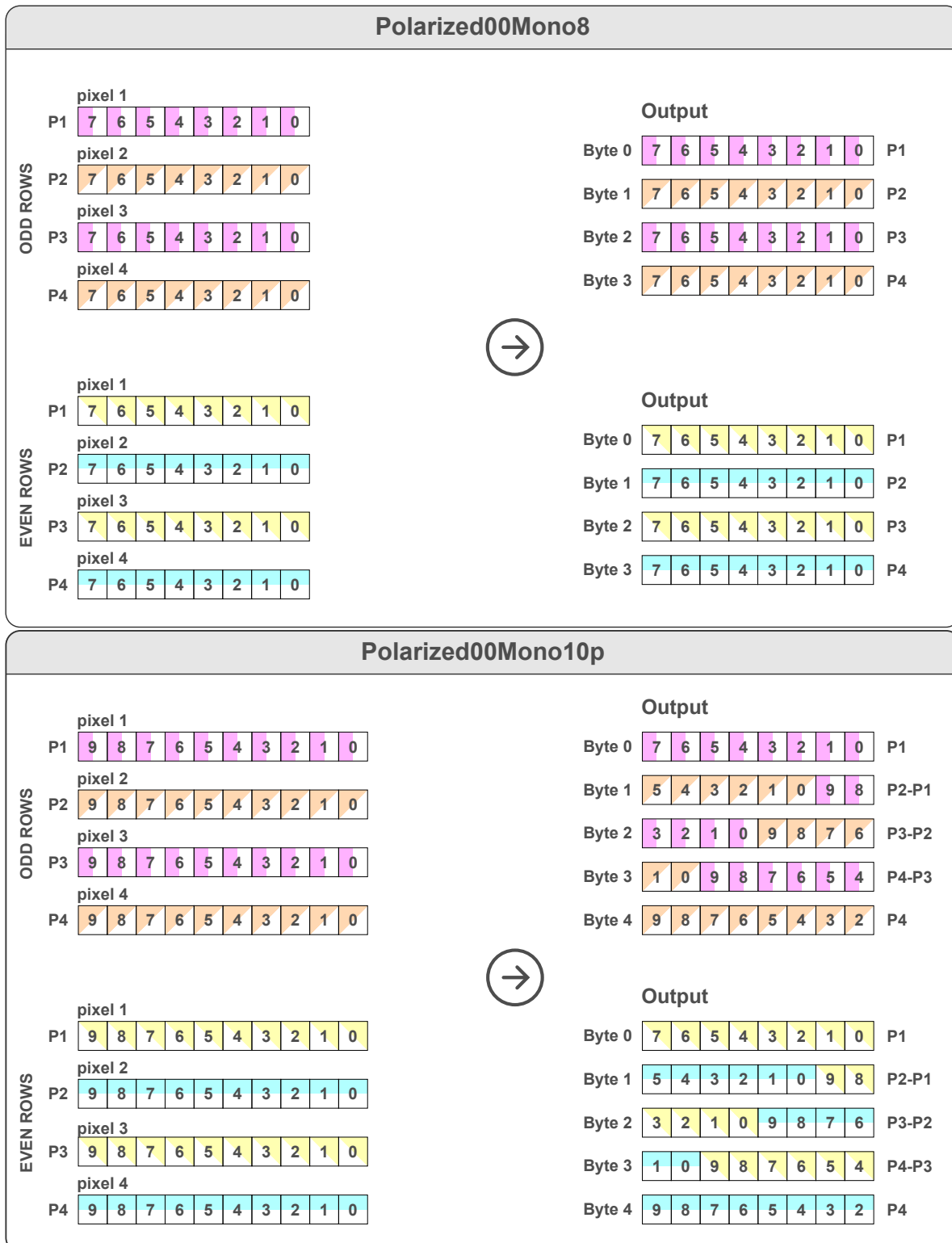


Figure 74: Codifica del pixel format.

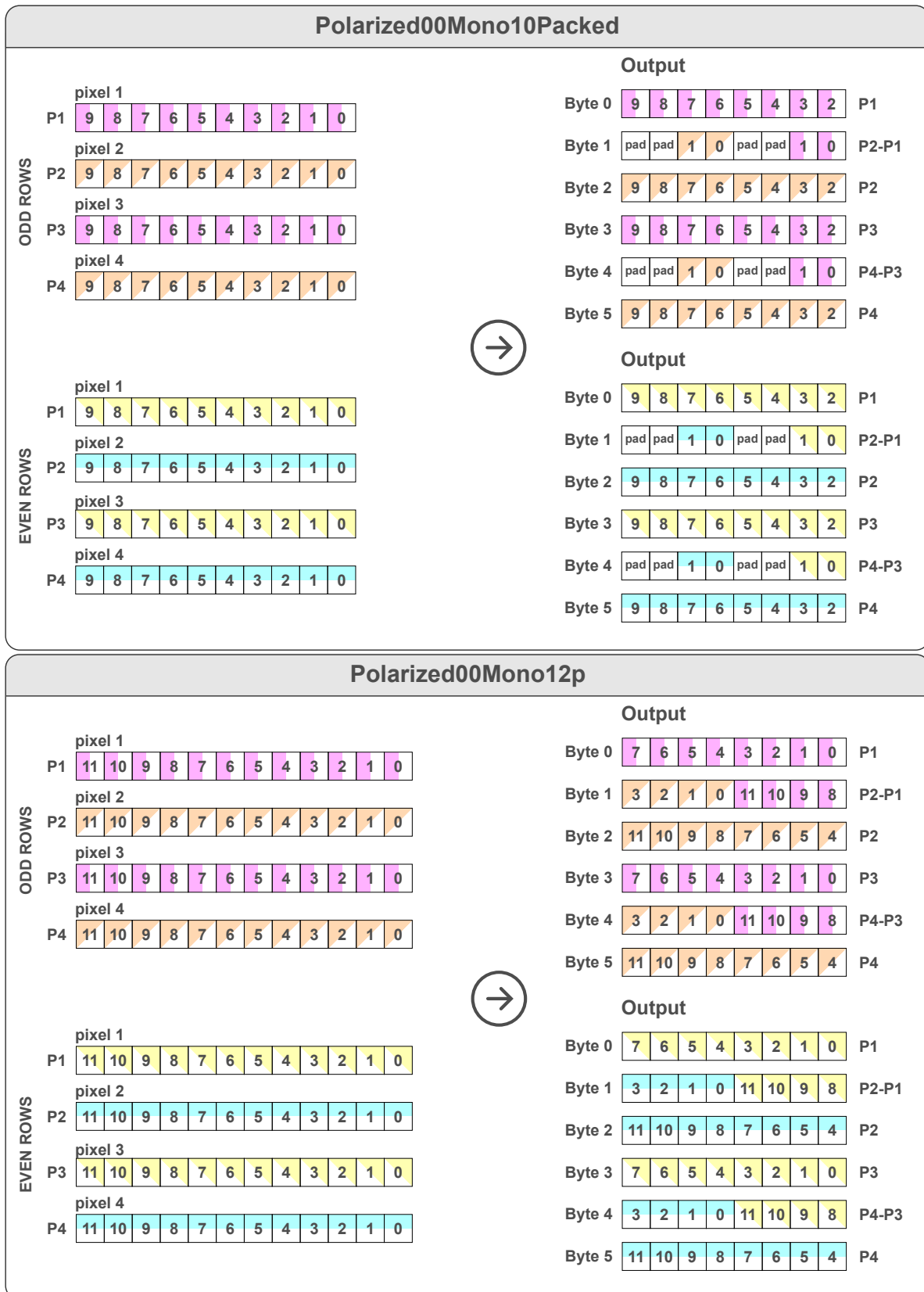


Figure 75: Codifica del pixel format.

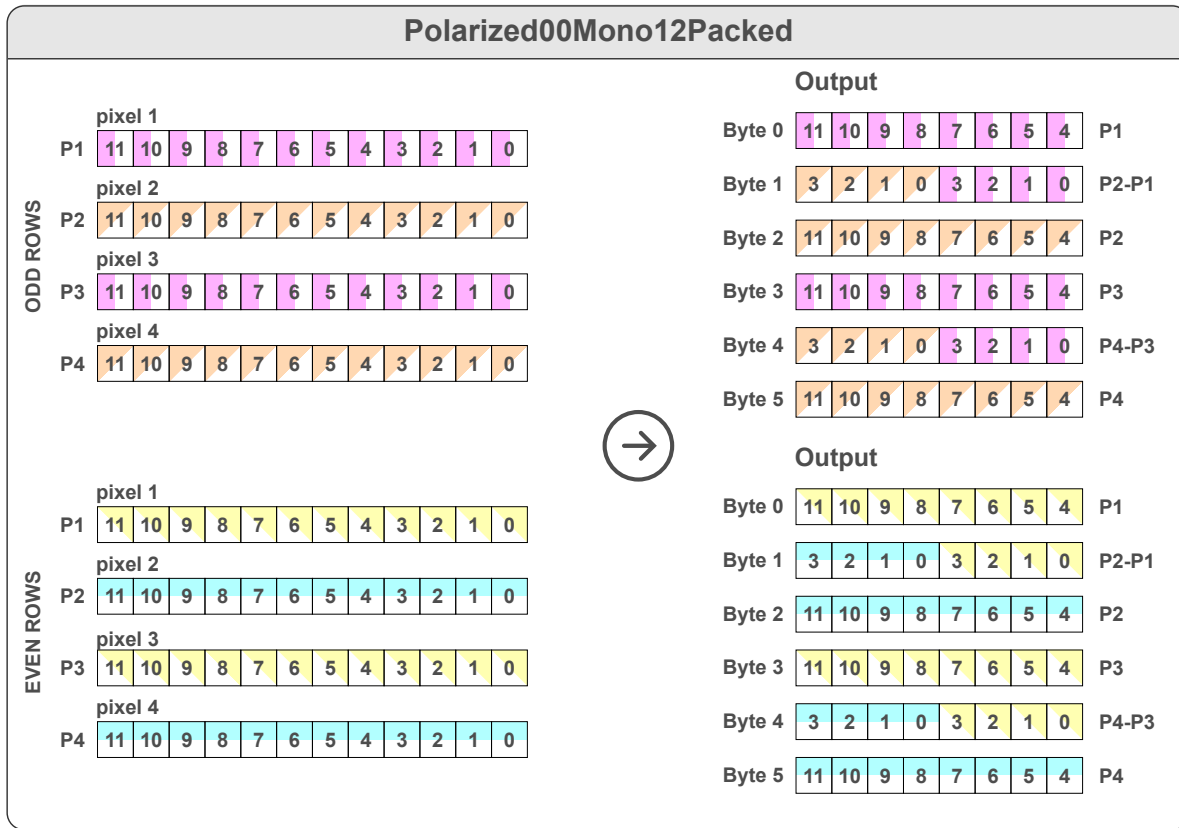


Figure 76: Codifica del pixel format.



Figure 77: Codifica del pixel format.



Figure 78: Codifica del pixel format.

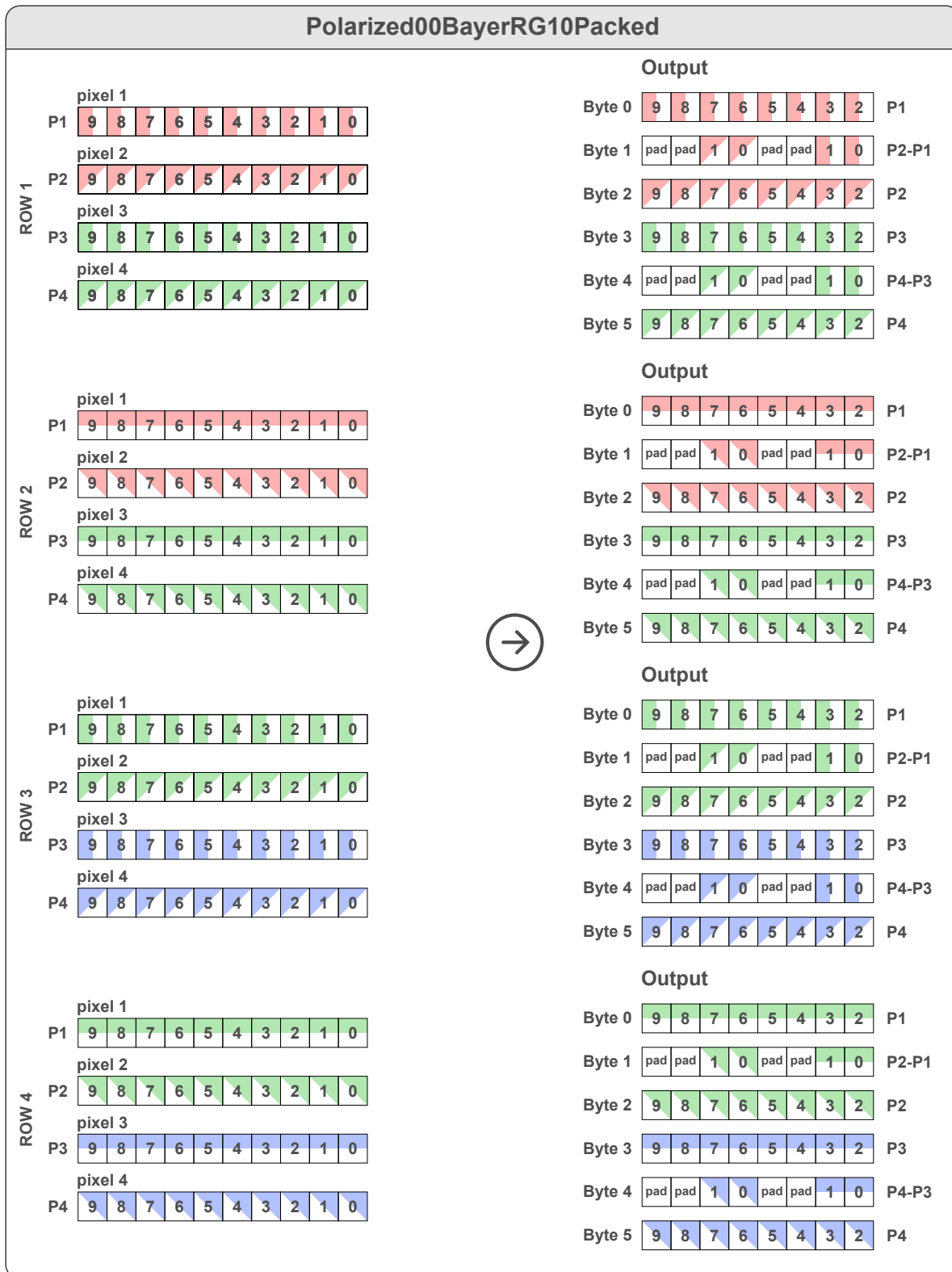


Figure 79: Codifica del pixel format.



Figure 80: Codifica del pixel format.



Figure 81: Codifica del pixel format.

6.2.7 Debayering

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

I sensori immagine non misurano direttamente il colore: ciascun pixel registra una sola componente primaria (rosso, verde o blu) grazie all'array di filtri Bayer posizionato sulla superficie del sensore.

Come mostrato in Figura 82, lo scopo del debayering è ricostruire tutti e tre i canali colore per ciascun pixel mediante interpolazione delle informazioni cromatiche dei pixel vicini.

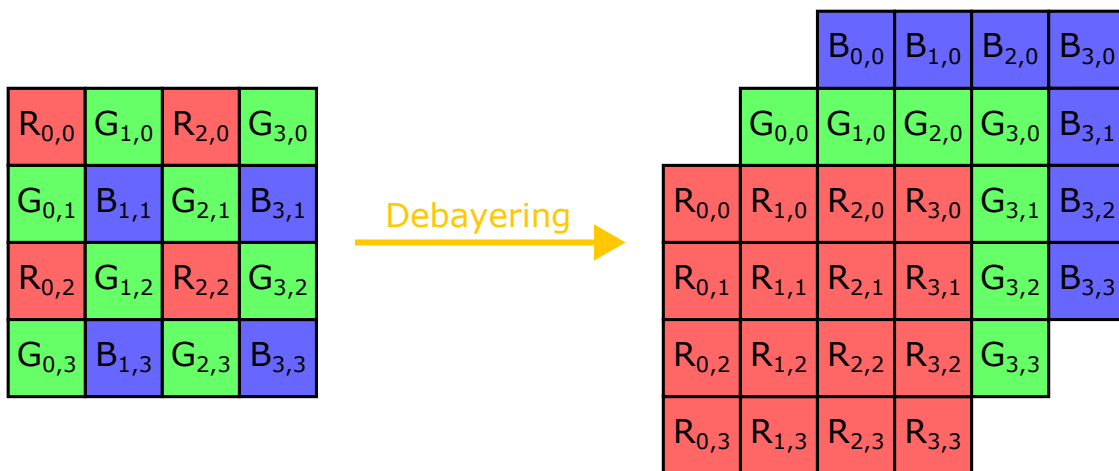


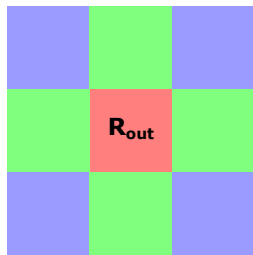
Figure 82: Informazioni cromatiche dell'immagine prima e dopo le operazioni di debayering.

La precisione cromatica dell'immagine risultante dipende dall'efficacia dell'algoritmo di debayering.

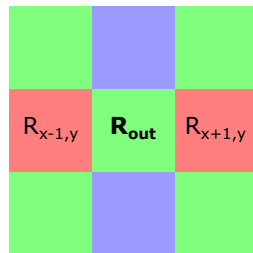
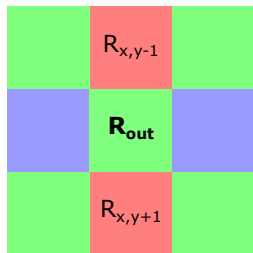
A causa del compromesso tra complessità algoritmica e risorse hardware disponibili, le telecamere industriali impiegano tipicamente algoritmi di interpolazione lineare, computazionalmente semplici ma efficaci per la ricostruzione del colore.

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

Gli schemi di interpolazione utilizzati per recuperare le componenti rossa, verde e blu per ogni tipo di pixel nell'array Bayer sono descritti nelle Tabelle 19, 20 e 21.

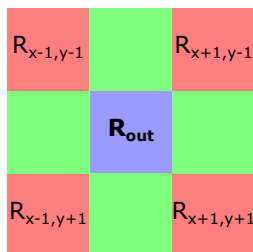


$$R_{out} = R_{x,y}$$



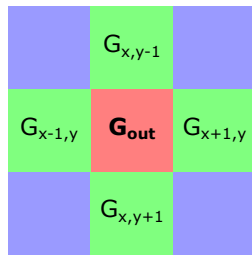
$$R_{out} = \frac{R_{x,y-1} + R_{x,y+1}}{2}$$

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

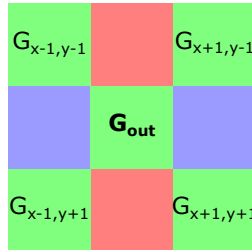


$$R_{out} = \frac{R_{x-1,y-1} + R_{x+1,y-1} + R_{x-1,y+1} + R_{x+1,y+1}}{4}$$

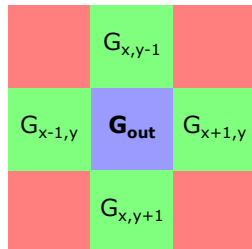
Table 19: Ricostruzione del canale rosso su pixel rossi (in alto), verdi (al centro) e blu (in basso) rispettivamente.



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

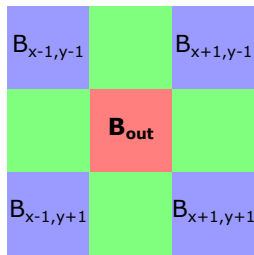


$$G_{out} = \frac{4 * G_{x,y} + G_{x-1,y-1} + G_{x+1,y-1} + G_{x-1,y+1} + G_{x+1,y+1}}{8}$$

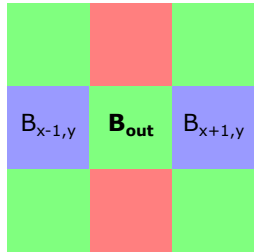


$$G_{out} = \frac{G_{x,y-1} + G_{x-1,y} + G_{x+1,y} + G_{x,y+1}}{4}$$

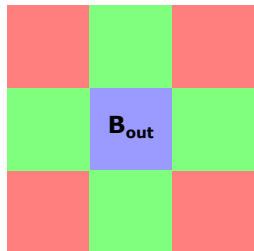
Table 20: Ricostruzione del canale verde su pixel rossi (in alto), verdi (al centro) e blu (in basso) rispettivamente.



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



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



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

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

6.2.8 Test pattern

Le telecamere Itala supportano due diversi test pattern, uno monocromatico e uno a colori. I due diversi test pattern sono rappresentati nelle Fig. 83 e 84.

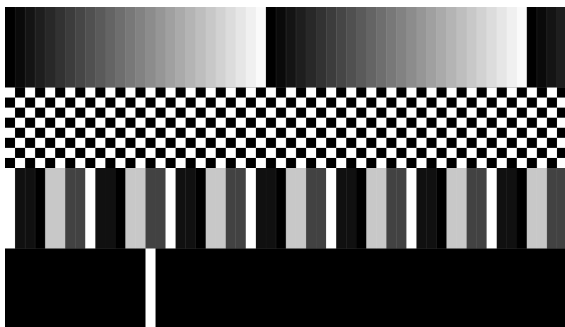


Figure 83: Test pattern monocromatico

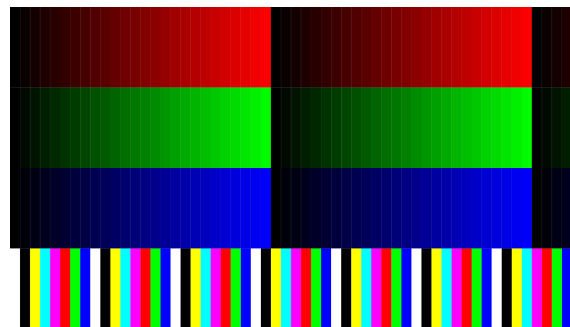


Figure 84: Test pattern a colori

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

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

- un pattern a scacchiera fisso;
- un pattern a barre asimmetriche fisso (valori: 0xC8, 0x10, 0x10, 0x42);
- una linea bianca in movimento su sfondo nero.

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

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

6.3 Acquisition Control

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

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
AcquisitionMode	Imposta la modalità di acquisizione del dispositivo. Definisce principalmente il numero di frame da acquisire durante un'acquisizione e il modo in cui l'acquisizione si interrompe	IEnumeration	RW
AcquisitionStart	Avvia l'acquisizione del dispositivo	ICommand	RW
AcquisitionStop	Interrompe l'acquisizione del dispositivo al termine del frame corrente	ICommand	RW
AcquisitionBurstFrameCount	Numero di frame da acquisire per ciascun trigger FrameBurstStart	IInteger	RW
AcquisitionFrameRate	Controlla il framerate di acquisizione (in Hertz) al quale vengono acquisiti i frame	IFloat	RW

AcquisitionFrameRateEnable	Controlla se la funzionalità AcquisitionFrameRate è modificabile e viene utilizzata per controllare il framerate di acquisizione. In caso contrario, il framerate è controllato implicitamente dalla combinazione di altre funzionalità come ExposureTime, ecc.	IBoolean	RW
oeAcquisitionFrameRateLimitMode	Seleziona cosa limita il framerate di acquisizione	IEnumeration	RW
oeResultingFrameRate	Mostra il framerate di acquisizione risultante	IFloat	RO
oeMaxFrameRate	Mostra il framerate di acquisizione massimo raggiungibile quando la compressione immagine è abilitata	IFloat	RO
TriggerSelector	Seleziona il tipo di trigger 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 fisica da utilizzare come sorgente del trigger	IEnumeration	RW
TriggerOverlap	Specifica il tipo di sovrapposizione del trigger consentita con il frame o la riga precedente. Definisce quando un trigger valido verrà accettato (o memorizzato) per un nuovo frame o una nuova riga	IEnumeration	RW
TriggerDelay	Specifica il ritardo in microsecondi (us) da applicare dopo la ricezione del trigger prima di attivarlo	IFloat	RW
ExposureMode	Imposta la modalità operativa dell'esposizione	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 Timed e ExposureAuto è Off	IFloat	RW
oeWaitTime1	Ritardo temporale tra la prima e la seconda esposizione in modalità Dual Exposure.	IFloat	RO
oeExposureTime2	Secondo tempo di esposizione in modalità Dual Exposure.	IFloat	RO
oeWaitTime2	Tempo di attesa prima di una nuova acquisizione dopo la seconda esposizione in modalità Dual Exposure.	IFloat	RO
ExposureAuto	Imposta la modalità di esposizione automatica quando ExposureMode è Timed	IEnumeration	RW
oeExposureAutoMin	Imposta il limite inferiore per l'algoritmo di esposizione automatica	IFloat	RW
oeExposureAutoMax	Imposta il limite superiore per l'algoritmo di esposizione automatica	IFloat	RW
oeImageCompressionEnable	Abilita l'algoritmo di compressione immagine	IBoolean	RW
oeFramesInBuffer	Visualizza il numero di frame attualmente memorizzati nella memoria a bordo	IInteger	RO

Table 22: Funzionalità di Acquisition Control

6.3.1 Trigger overlap

Relazione tra Exposure Time e Frame Readout

Per impostazione predefinita, la funzionalità **TriggerOverlap** è impostata su OFF: in questo caso, come mostrato in Fig.85, il successivo periodo di esposizione non è consentito fino al termine del trasferimento del frame corrente, ovvero il tempo di esposizione e il trasferimento del frame non possono essere sovrapposti. In questa configurazione, tuttavia, la latenza tra il tempo di espo-

sizione e il trasferimento del frame è altamente ripetibile.

In conclusione, un maggiore determinismo può essere ottenuto a scapito di un framerate effettivo della telecamera più basso.

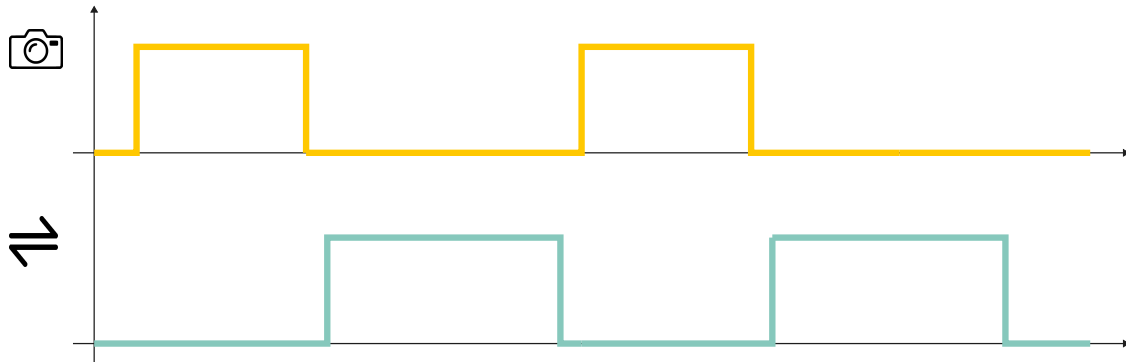


Figure 85: Quando TriggerOverlap è impostato su OFF, la latenza è altamente ripetibile, ma il successivo tempo di esposizione non può essere accettato finché il frame corrente non è stato trasferito nella memoria interna. Dall'alto verso il basso sono rappresentati i segnali di esposizione e lettura del sensore.

Quando **TriggerOverlap** è configurato su Readout, la latenza tra la fine dell'esposizione e l'inizio del trasferimento del frame presenta una variabilità maggiore. Tuttavia, una nuova esposizione può iniziare mentre il frame precedente è ancora in fase di trasferimento dal sensore al buffer di memoria. Come illustrato in Fig.86, l'unico vincolo in questa modalità è evitare la sovrapposizione tra intervalli di trasferimento consecutivi. Di conseguenza, è possibile ottenere un framerate più elevato (soggetto ai limiti della larghezza di banda Ethernet), a scapito di un minore determinismo nella temporizzazione del trasferimento dei frame.

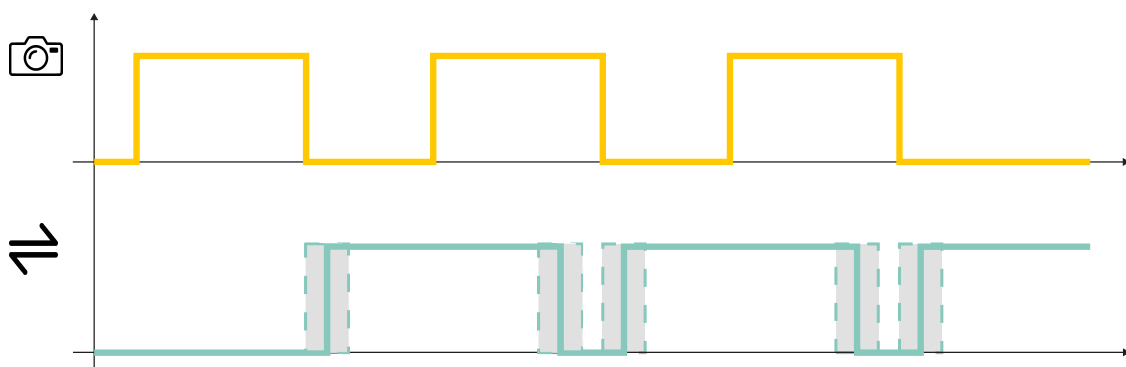


Figure 86: Quando TriggerOverlap è impostato su Readout, il successivo tempo di esposizione può essere accettato mentre il frame corrente è in fase di trasferimento nella memoria interna, ma la latenza è soggetta a una maggiore incertezza. Dall'alto verso il basso sono rappresentati i segnali di esposizione e lettura del sensore.

Effetto della modalità Readout sul tempo di esposizione

Il valore di **ExposureTime** è vincolato 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.

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

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

TriggerOverlap influisce principalmente sul valore di **ExposureTimeInc**.

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

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

6.3.2 Dual Exposure

La funzionalità Dual Exposure consente di acquisire due frame nel minor tempo possibile, facilitando l'ispezione di oggetti in rapido movimento o l'utilizzo di diverse sorgenti di luce. Ciò è possibile sovrapponendo la prima lettura del sensore con la seconda esposizione del sensore, come mostrato in Figura 87.

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

Dual Exposure è disponibile solo quando è impostata una **TriggerSource** valida. Il trigger avvia il processo descritto di seguito:

- Il primo tempo di esposizione *EXPOSURE TIME 1* segue le impostazioni di **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 le operazioni del sensore. Questo tempo rappresenta l'intervallo temporale minimo ottenibile tra due frame. Tale tempo è fisso.

- Per quanto riguarda *EXPOSURE TIME 2*, è qui che avviene la sovrapposizione del trigger, poiché la telecamera avvia la seconda esposizione durante la prima lettura del sensore. *EXPOSURE TIME 2* dura quanto *SENSOR READOUT 1*. Questo tempo è fisso.
- Dopo la seconda esposizione si verifica il *WAIT TIME 2*, che consente le operazioni del sensore e la lettura del secondo frame. Questo tempo è fisso.

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

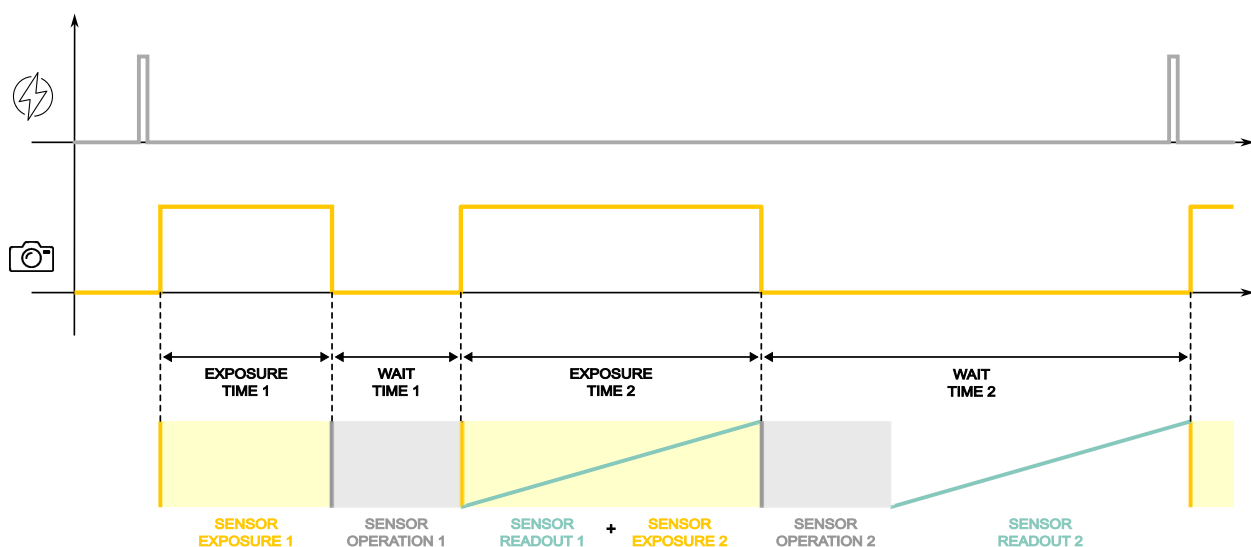


Figure 87: Temporizzazioni e funzionamento della Dual Exposure. Dall'alto verso il basso sono rappresentati il segnale di trigger, il segnale di esposizione del sensore e le operazioni della telecamera.

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

NOTA: *WAIT TIME 1* deve essere considerato nella progettazione del sistema di visione artificiale per selezionare correttamente il modello di telecamera in base ai requisiti applicativi.

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

6.3.3 Trigger delay

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

Si consideri, ad esempio, la situazione in cui un dispositivo di trigger abilita sia l'illuminazione sia l'esposizione della telecamera. In caso di disallineamento, non tutta la luce viene raccolta dal sensore (vedere Figura 88), con conseguente illuminazione inefficiente.

La funzionalità **TriggerDelay** può essere utilizzata per ritardare il tempo di esposizione delle telecamere Itala in modo da coprire completamente il periodo di accensione dell'illuminatore (vedere Figura 89).

NOTA: Più eventi di trigger 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 trigger, garantendo che nessun trigger vada perso durante un funzionamento ad alta frequenza.

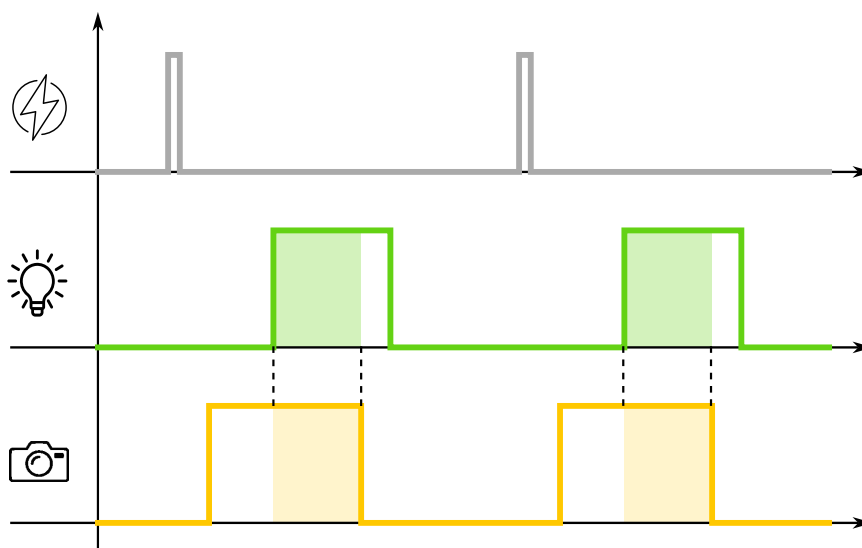


Figure 88: Disallineamento tra illuminazione e tempo di esposizione della telecamera. Dall'alto verso il basso sono rappresentati il segnale di trigger, il periodo di illuminazione e il tempo di esposizione della telecamera.

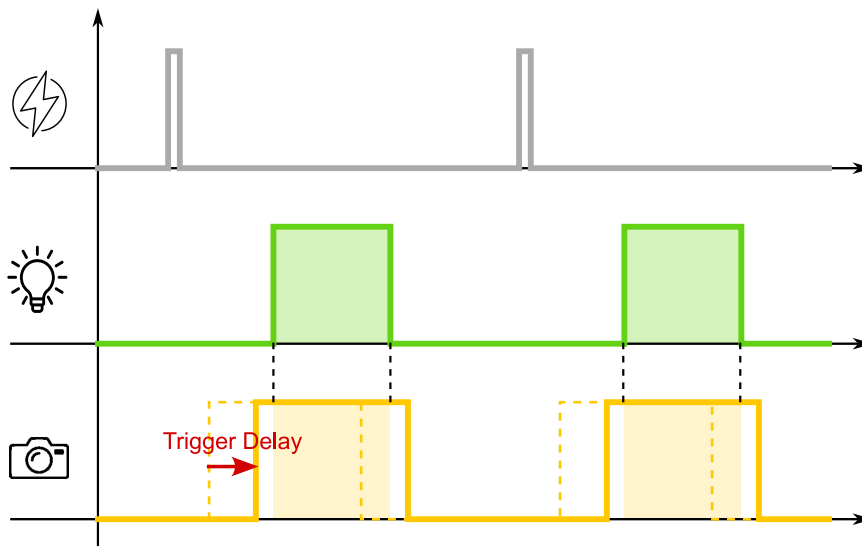


Figure 89: Corretto allineamento tra illuminazione e tempo di esposizione della telecamera. Dall'alto verso il basso sono rappresentati il segnale di trigger, il periodo di illuminazione e il tempo di esposizione della telecamera.

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 tramite le funzionalità *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 immagine è esposto per $500\mu s$.

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

Per alcuni sensori 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 immagine.
- *TriggerPulse* è uguale al segnale di trigger esterno.
- *ExposureOffset* è un periodo intrinseco aggiuntivo in cui il sensore immagine raccoglie luce.

In questo caso, se il impulso di trigger fornito alla telecamera è pari a $500\mu s$, occorre tener 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 immagine ed è nell'ordine di unità/decine di microsecondi.

NOTA: Quando si seleziona **TriggerWidth Exposure**, il campo **ExposureTime** funge da larghezza massima consentita del segnale. Fornire un segnale di trigger con una larghezza maggiore comporta l'acquisizione di un frame con un tempo di esposizione limitato al valore del campo **ExposureTime**.

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

6.3.5 Image Compression

La funzione di **compressione immagine** consente di comprimere il frame acquisito con un algoritmo lossless.

Il rapporto di compressione dell'algoritmo non è costante, ma 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 raccomanda di utilizzare livelli di gain bassi. Il rapporto di compressione tipico è compreso tra 1,5 e 2.

Se la **compressione immagine** è abilitata, la dimensione del payload dell'immagine può essere ridotta e quindi il framerate può essere aumentato a parità di larghezza di banda. Ciò è dovuto al fatto che la dimensione del payload dell'immagine (insieme al tempo di esposizione, alla modalità di acquisizione e ad altre funzioni di elaborazione come binning e decimation) controlla il framerate 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 immagine**, impostare il parametro **oeImageCompressionEnable**. Quando la compressione è attivata, la telecamera comprime automaticamente il frame, calcola la nuova dimensione del payload dell'immagine e adegua il framerate 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 rimane altro che configurare gli altri parametri della telecamera.

Il framerate massimo, raggiungibile dalla telecamera solo quando la compressione immagine è attiva, è indicato dal parametro **oeMaxFrameRate**, mentre il framerate massimo assoluto è definito dalla velocità del sensore immagine.

NOTA: La **compressione immagine** supporta solo pixel format con dimensione di 8 bit: Mono8, BayerRG8, BayerGR8, BayerGB8, BayerBG8, Polarized00Mono8, Polarized00BayerRG8, Polarized00BayerGR8, Polarized00BayerGB8 e Polarized00BayerBG8.

NOTA: La **compressione immagine** è supportata se **oeAcquisitionFrameRateLimitMode** è impostato su **oeLinkThroughput**.

NOTA: I dati chunk non sono supportati se la **compressione immagine** è abilitata.

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

La Fig.90 mostra un esempio di implementazione: due telecamere condividono una larghezza di banda di 1 Gbps e ciascuna telecamera dispone di 0,5 Gbps di larghezza di banda (DeviceLinkThroughputLimit = 62500000). Se la compressione riesce a ottenere una velocità di x2, le due telecamere possono raggiungere lo stesso framerate pur avendo metà della larghezza di banda.

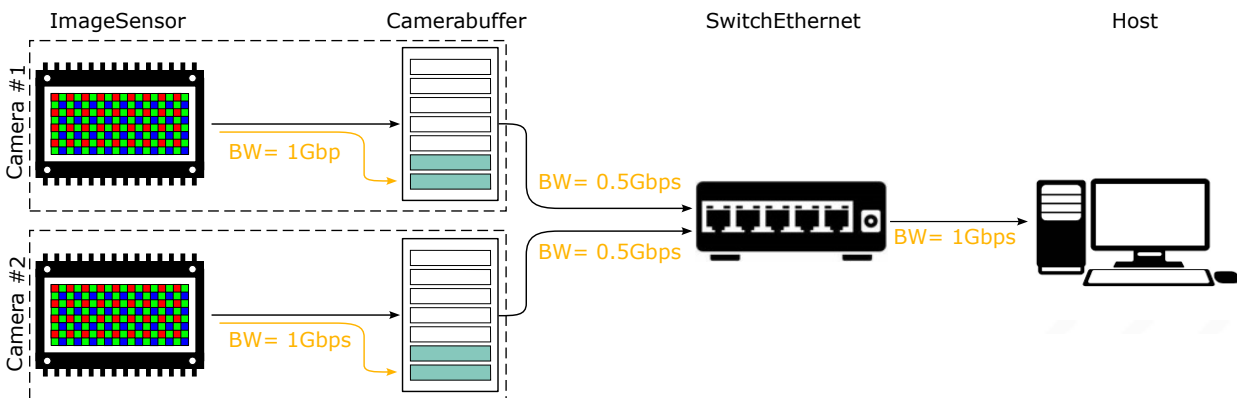


Figure 90: Esempio di sistema multi-camera con compressione immagine abilitata.

6.4 Analog Control

Questa sezione descrive come influenzare le caratteristiche analogiche di un'immagine, come gain, livello di nero e gamma.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
Gain	Controlla il gain selezionato come valore fisico assoluto	IFloat	RW

GainAuto	Imposta la modalità di controllo automatico del gain (AGC)	IEnumeration	RW
oeGainAutoMin	Imposta il limite inferiore per l'algoritmo di gain automatico	IFloat	RW
oeGainAutoMax	Imposta il limite superiore per l'algoritmo di gain automatico	IFloat	RW
BlackLevel	Controlla il livello di nero analogico come valore fisico assoluto	IFloat	RW
BalanceRatioSelector	Seleziona il rapporto di bilanciamento da controllare	IEnumeration	RW
BalanceRatio	Controlla il rapporto del componente colore selezionato	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 gamma. Le funzioni LUT verranno disabilitate	IBoolean	RW
Gamma	Controlla la correzione gamma dell'intensità dei pixel	IFloat	RW

Table 23: Funzionalità di Analog Control

6.4.1 Gain

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

Il gain del sensore, tuttavia, influisce indiscriminatamente sul segnale utile e sul rumore indesiderato: come si può osservare in Fig.91, la luminosità dell'immagine aumenta proporzionalmente al gain, tuttavia la qualità dell'immagine può diminuire in caso di valori di gain elevati a causa del rumore eccessivo.



Figure 91: Immagini con diversi valori di gain

6.4.2 White balance

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

In genere, i sensori a colori presentano sensibilità diverse per le tre coordinate cromatiche: ciò è dovuto principalmente alla diversa risposta del filtro Bayer presente sopra la superficie del sensore immagine.

In Fig.92 (figura a sinistra) è mostrata una caratteristica tipica di un sensore a colori: anche in caso di luce esterna perfettamente uniforme (ovvero spettro piatto), le risposte dei pixel non sono uniformi (diversi valori medi dei livelli di grigio), pertanto i pixel verdi risulteranno più luminosi di quelli rossi e blu.

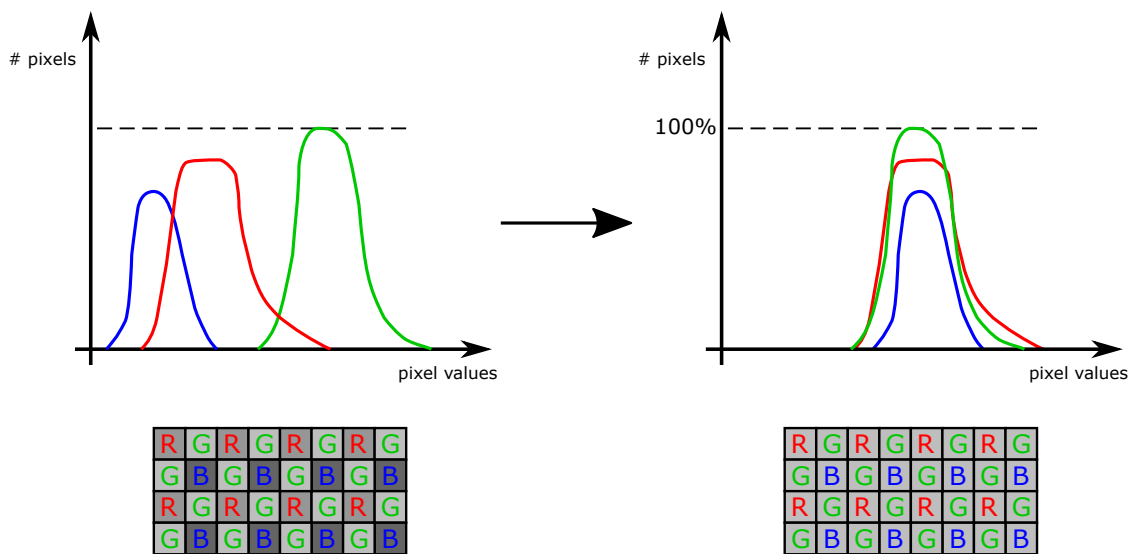


Figure 92: A sinistra, l'istogramma di una tipica sensibilità spettrale di un sensore a colori. A destra l'istogramma di una telecamera con white balance corretto.

Per risolvere questa disomogeneità è possibile applicare un fattore di scala ai tre canali 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 colore (in genere quello verde, poiché è il colore dominante nel pattern Bayer). I coefficienti di white balance per i canali rosso e blu possono quindi essere scritti 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** consente di impostare i coefficienti K_{red} e K_{blue} mentre K_{green} è fisso a 1.

L'effetto della procedura di white balance è illustrato in Fig.92 (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 cromatiche: a tal fine è necessario abilitare la funzionalità **BalanceWhiteAuto**.

L'algoritmo BalanceWhiteAuto si basa sull'approssimazione del mondo grigio: la premessa di questo principio 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 white balance ottimale, seguire i passaggi seguenti:

- Avviare un'acquisizione in free-run;
- Assicursi 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*);
- Nel caso della modalità *Continuous* di auto white balance, dopo che la correzione è stata eseguita, disabilitare il BalanceWhiteAuto;
- Rimuovere lo sfondo neutro uniforme;
- La telecamera è ora bilanciata e pronta all'uso.

Un esempio di procedura di auto white balance è mostrato in Fig.93: sul lato sinistro è visualizzata un'immagine non corretta; sul lato destro è mostrata un'immagine con white balance corretto.

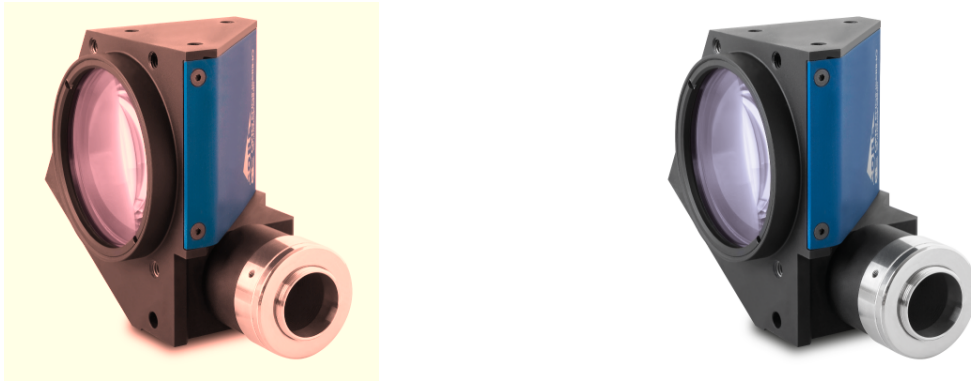


Figure 93: Sul lato sinistro è visualizzata un'immagine non corretta; sul lato destro è mostrata un'immagine con white balance corretto.

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 funzionalità **Gamma**.

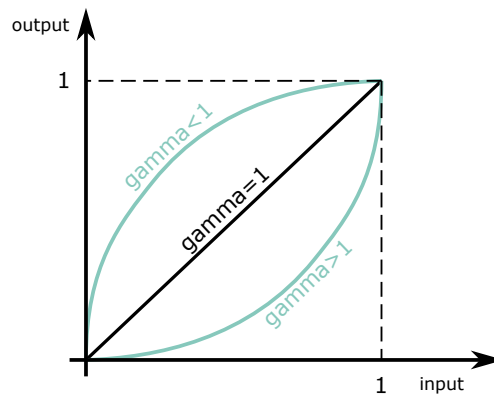


Figure 94: Curve di correzione gamma per $\gamma = 1$, $\gamma < 1$ e $\gamma > 1$. Gli assi X e Y sono normalizzati.

Questa operazione è chiaramente illustrata in Fig.94: 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 luminose, a seconda del valore di γ .

In Fig.95 è mostrato un esempio di applicazione della correzione gamma.

Un valore $\gamma < 1$ espande il range dei valori delle zone scure e comprime quelle luminose, risultando

utile per osservare dettagli nelle parti scure dell'immagine. Viceversa, un valore $\gamma > 1$ comprime il range dei valori delle zone scure ed espande quelle luminose, risultando utile per osservare dettagli nelle parti luminose dell'immagine.

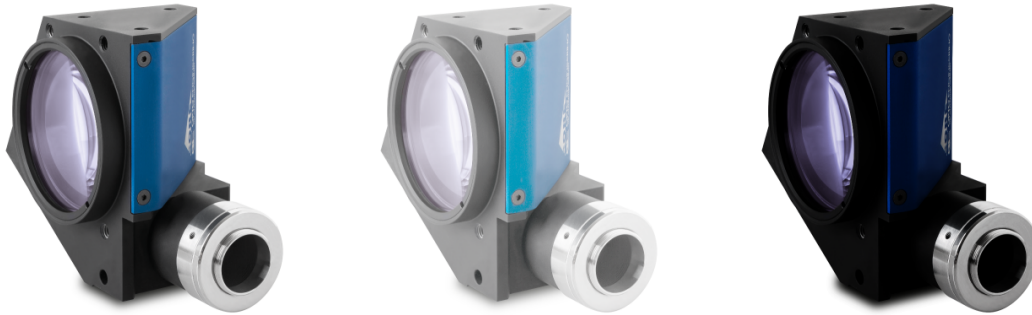


Figure 95: Immagini acquisite con diversi valori di γ : a sinistra $\gamma = 1$, al centro $\gamma < 1$ e a destra $\gamma > 1$

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

6.4.4 Black level

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

L'effetto dell'aggiunta di un valore di black level a un'immagine è quello di spostare l'istogramma dei pixel verso il livello di saturazione (come illustrato in Fig.96).

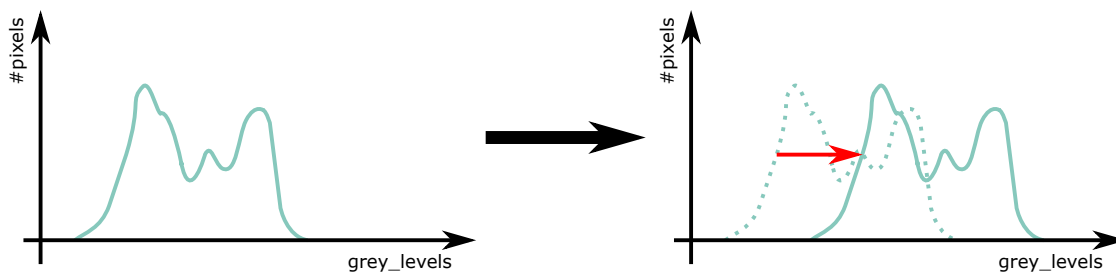


Figure 96: Il black level sposta l'istogramma dei pixel verso valori più alti.

6.5 OE Auto Functions Control

Questa sezione include tutte le funzionalità relative al controllo dell'esposizione automatica e del gain automatico.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
oeAutoTargetBrightness	Livello di luminosità desiderato (in %) dell'immagine utilizzato dalle funzioni di gain automatico ed esposizione automatica	Integer	RW
oeResultingBrightness	Livello di luminosità effettivo (in %) dell'immagine	Integer	R
oeAutoDampingFactor	Valore di controllo (in %) utilizzato dalle funzionalità di gain automatico ed esposizione automatica per ridurre le oscillazioni dell'algoritmo	Integer	RW
oeAutoConfidence	Isteresi attorno al valore target utilizzata dalle funzionalità di gain automatico ed esposizione automatica. Valori più elevati 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	Offset orizzontale dall'origine all'area utilizzata per i calcoli delle funzioni automatiche (in pixel)	Integer	RW
oeAutoAOIOffsetY	Offset verticale dall'origine all'area utilizzata per i calcoli delle funzioni automatiche (in pixel)	Integer	RW

Table 24: Funzionalità di OE Auto Functions Control

6.5.1 OE AutoAOI

ExposureAuto e **GainAuto** possono operare sull'intera immagine a pieno frame oppure su una Area of Interest (AOI) dedicata.

Nel primo caso, le funzioni automatiche vengono calcolate sull'intero frame attivo, ovvero la regione definita dai parametri **Width** e **Height**.

Nel secondo caso, la regione di acquisizione e la regione delle funzioni automatiche possono essere disaccoppiate, come mostrato in Figura 97. L'area grigia rappresenta tutti i pixel attivi trasmessi dal

dispositivo, mentre l'area blu definisce la regione utilizzata per i calcoli di **ExposureAuto** e **GainAuto**.

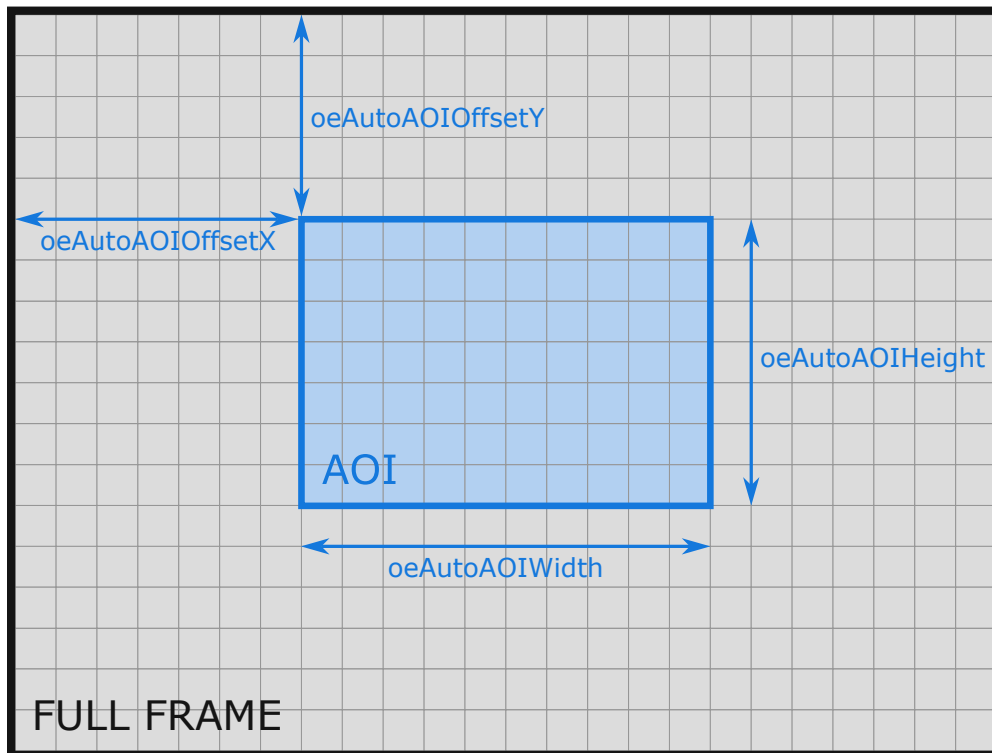


Figure 97: La regione grigia include tutti i pixel attivi trasmessi durante l'acquisizione. La regione blu definisce l'area utilizzata per il calcolo di AutoExposure/AutoGain; i pixel al di fuori di quest'area (regione grigia) vengono ignorati dalle funzioni automatiche.

L'AOI per le funzioni automatiche può essere configurata nella categoria **oeAutoFunctionControl**. Con riferimento alla Figura 97, sono disponibili i seguenti nodi:

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

Inoltre, quando è configurata una ROI ridotta (ad esempio per limitare l'area del sensore e ridurre la dimensione del payload), è possibile definire un'AOI separata per AutoExposure/AutoGain, come mostrato in Figura 98.

In Figura 98, l'AOI (blu) definisce la regione utilizzata per il calcolo di AutoExposure/AutoGain, la ROI (rossa) definisce l'area dei pixel attivi trasmessa dal dispositivo, mentre i pixel rimanenti (grigi) sono esclusi sia dall'acquisizione sia dall'elaborazione delle funzioni automatiche.

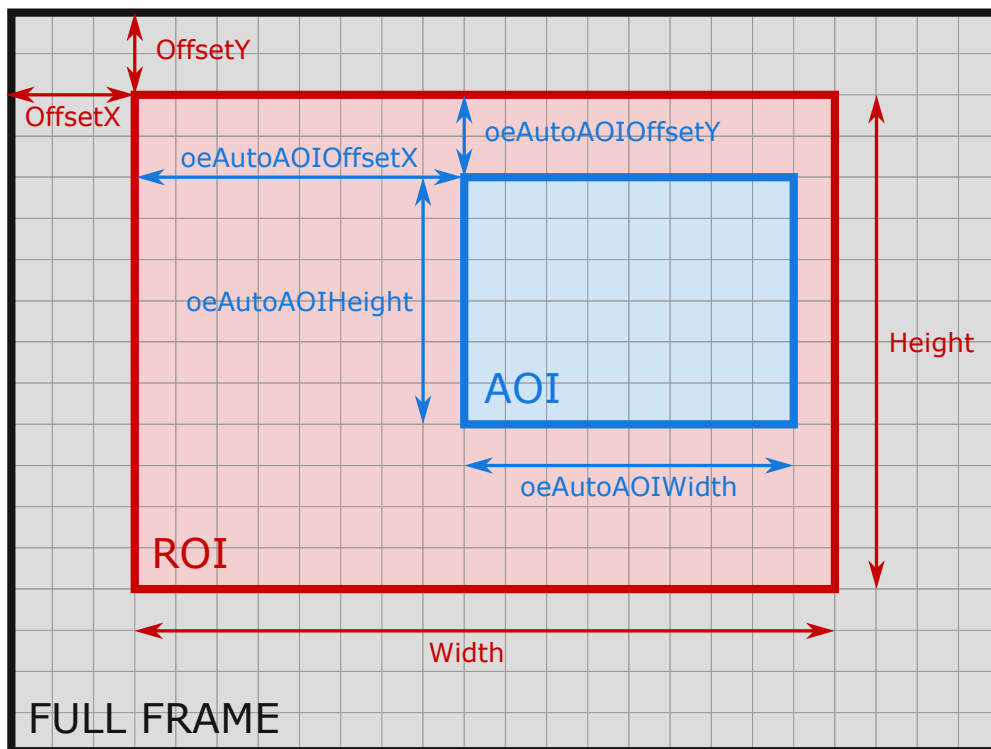


Figure 98: L'AOI (blu) definisce la regione per il calcolo di AutoExposure/AutoGain; la ROI (rossa) definisce l'area di acquisizione attiva; tutti i pixel grigi vengono ignorati sia per l'acquisizione sia per le funzioni automatiche.

6.5.2 OE Autoexposure/Autogain

Quando la quantità corretta di tempo di esposizione necessaria per ottenere un livello di luminosità sufficiente non è nota a priori, oppure quando l'illuminazione del soggetto varia nel tempo, è possibile utilizzare le funzionalità di **autoexposure** e **autogain** per ottenere un livello di luminosità stabile anche in condizioni di luce esterna non costanti.

Ad esempio, si consideri la Fig.99: all'inizio dell'acquisizione (ovvero alla prima cattura), il valore medio del livello di grigio dell'immagine è pari a 50. Di norma, una buona esposizione è centrata a metà del range di scala completa (circa 127 nel caso di un'immagine a 8 bit), pertanto nella funzionalità **oeAutoTargetBrightness** è possibile impostare un valore medio del livello di grigio pari al 50% della dinamica completa. Come si può osservare in Fig.99, il valore medio del livello di grigio si regola automaticamente per raggiungere la luminosità desiderata di 127.

Per evitare la regolazione continua del tempo di esposizione, è possibile impostare una soglia tramite la funzionalità **oeAutoConfidence**: in questo modo l'algoritmo diventa meno sensibile alle piccole fluttuazioni della luce esterna e si attiva solo in caso di variazioni consistenti del livello di grigio (vedere Fig.100).

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

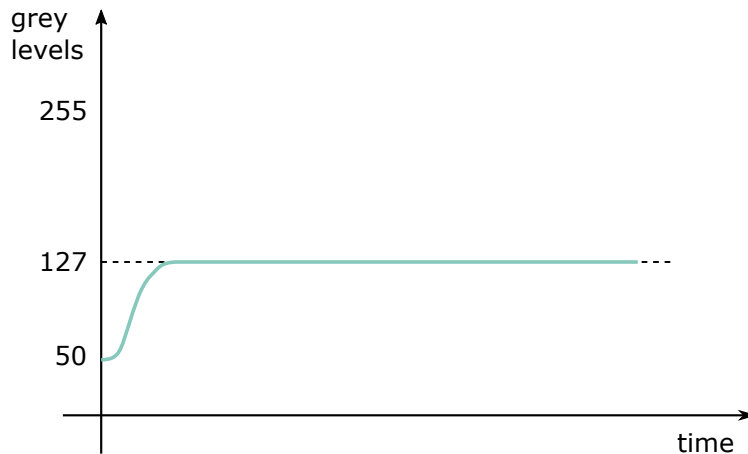


Figure 99: Evoluzione del valore medio del livello di grigio nel tempo quando autoexposure è attivo.

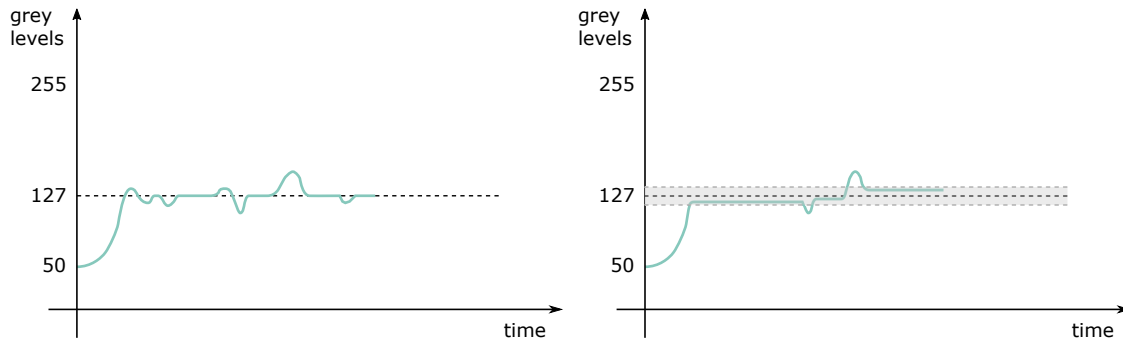


Figure 100: La regolazione continua del tempo di esposizione dovuta alle variazioni della luce esterna (figura a sinistra) può essere rallentata aggiungendo un valore di confidenza attorno alla luminosità target (figura a destra).

risposta più lenta; al contrario, valori elevati possono accelerare l'algoritmo ma possono portare a comportamenti instabili (vedere Fig.101).

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

Per evitare questa condizione, è possibile impostare un tempo di esposizione minimo e massimo che limiti il tempo di esposizione calcolato dall'algoritmo autoexposure (ovvero **oeExposureAutoMin** e **oeExposureAutoMax** rispettivamente): ad esempio, come mostrato in Fig.102, nel caso in cui il tempo di esposizione necessario per ottenere la luminosità desiderata sia superiore al valore **oeExposureAutoMax**, il livello di grigio target non potrà essere raggiunto, ma il framerate risultante non sarà influenzato da un tempo di esposizione eccessivamente lungo.

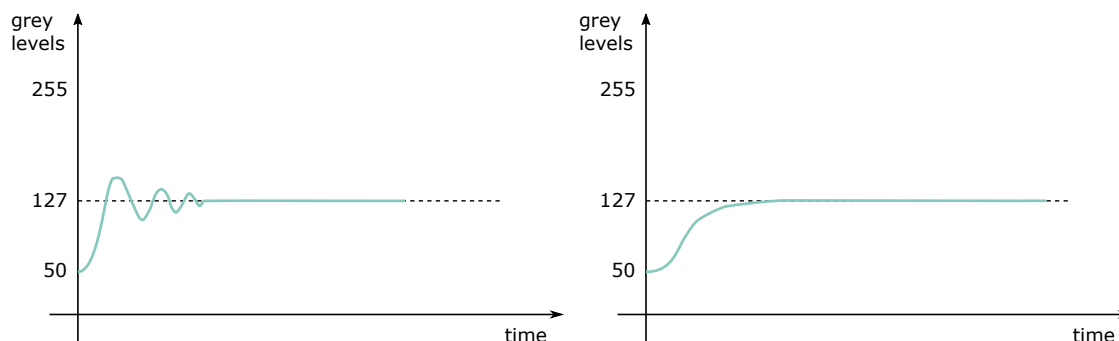


Figure 101: In caso di fattore di smorzamento basso (figura a sinistra) l'algoritmo ha una risposta rapida ma possono insorgere oscillazioni; in caso di fattore di smorzamento elevato (figura a destra) l'algoritmo è stabile ma può richiedere tempi lunghi per convergere.

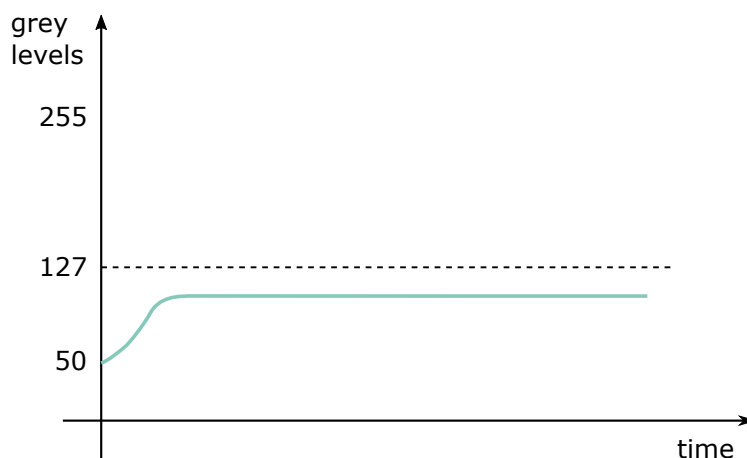


Figure 102: Quando è impostato un `oeExposureAutoMax`, la luminosità target potrebbe non essere raggiunta, ma le esposizioni prolungate vengono evitate, prevenendo così la riduzione del framerate della telecamera.

6.6 LUT Control

Le funzionalità di questo capitolo descrivono le caratteristiche relative alla Look-up table (LUT).

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
LUTSelector	Seleziona quale LUT controllare	IEnumeration	RW
LUTEnable	Attiva la LUT selezionata	IBoolean	RW
LUTIndex	Controlla l'indice (offset) del coefficiente a cui accedere nella LUT selezionata	IInteger	RW

LUTValue	Restituisce il valore alla voce LUTIndex della LUT selezionata da LUTSelector	Integer	RW
----------	---	---------	----

Table 25: Funzionalità di LUT Control

6.6.1 LUT

La funzionalità **LUT** (Look-up-table) consente all'utente di impostare una trasformazione a livello di pixel: un determinato 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.103: nel primo grafico non è applicata alcuna LUT, quindi il livello di grigio in uscita è uguale a quello in ingresso (ad esempio, il livello di grigio 127 rimane 127 all'uscita della LUT); nel secondo grafico viene applicata una sogliatura binaria: tutti i pixel con valori di livello di grigio inferiori a 127 (nel caso di un'immagine a 8 bit) vengono impostati a 0 (nero), gli altri vengono impostati a 255 (bianco).

In Fig.104 sono mostrati i risultati delle due trasformazioni precedenti.

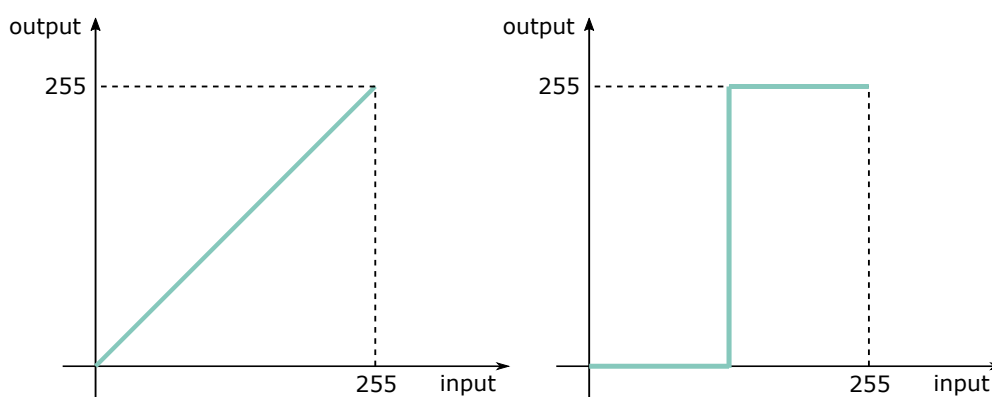


Figure 103: Due tipiche funzioni di trasferimento ingresso-uscita: a sinistra non è applicata alcuna LUT, a destra viene adottata una sogliatura binaria.

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

Per ulteriori informazioni sulla procedura guidata LUT di Itala View fare riferimento alla sezione 4.7.4.

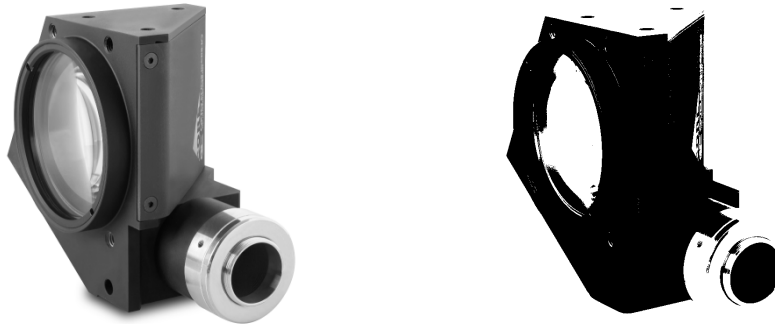


Figure 104: A sinistra non è applicata alcuna LUT, a destra viene adottata una sogliatura binaria.

6.7 Color transformation control

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

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
ColorTransformationSelector	Seleziona quale modulo Color Transformation è controllato dalle varie funzionalità di Color Transformation	IEnumeration	RW
ColorTransformationEnable	Attiva il modulo Color Transformation selezionato	IBoolean	RW
ColorTransformationValueSelector	Seleziona il fattore di Gain o l'Offset della matrice di trasformazione a cui accedere nel modulo Color Transformation selezionato	IEnumeration	RW
ColorTransformationValue	Rappresenta il valore del fattore di Gain o dell'Offset selezionato all'interno della matrice di trasformazione	IFloat	RW

Table 26: Funzionalità di Color Transformation Control

6.7.1 Color Correction Matrix (CCM)

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

Poiché l'illuminazione è specifica dell'applicazione, a volte è necessario correggere i colori per ottenere una fedeltà cromatica adeguata.

La **Color Correction Matrix (CCM)** consente di regolare i colori in uscita di un'immagine agendo

su gain e 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 colore corrette, mentre R , G e B sono quelle non corrette. I Gain e gli Offset possono essere modificati liberamente dall'utente, ma per ottenere un'eccellente calibrazione è stata sviluppata una procedura guidata disponibile in Itala View. Si prega di fare riferimento al Paragrafo 4.7.6 per i passaggi di questa procedura di calibrazione.

La matrice di correzione colore viene utilizzata anche per effettuare conversioni tra spazi colore: ad esempio, se viene selezionato un pixel format YUV, la telecamera carica automaticamente i coefficienti corretti per passare dallo spazio colore RGB allo spazio 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 della CCM fare riferimento alla sezione 4.7.6.

6.7.2 Come eseguire una corretta calibrazione colore

Per eseguire una corretta calibrazione colore con le telecamere Itala, è possibile utilizzare Itala View e seguire i passaggi elencati di seguito:

1. Con un'illuminazione adeguata, selezionare la scheda *Horizontal line profile* (pannello inferiore centrale) e tracciare una ROI che includa solo i valori in scala di grigio nella parte inferiore del color checker (Figura 105).
2. Ogni tessera in scala di grigio dell'immagine visualizzata dovrebbe corrispondere al valore di riferimento imposto dal color checker. È quindi necessario regolare i valori di *ExposureTime* e *Gamma* per raggiungere questa corrispondenza perfetta (Figura 106). Per il momento, considerare solo il canale verde (i valori attuali dei pixel sono visualizzati in basso a destra del pannello di visualizzazione immagine).
3. Dopo aver regolato correttamente il canale verde, utilizzare le funzionalità *BalanceRatioSelector* e *BalanceRatio* per eseguire la stessa operazione sui canali colore rosso e blu. Evitare la funzionalità *Balance white auto* per questo passaggio e tenere monitorata la scheda *Horizontal line profile*. Quando le curve R, G e B sono sovrapposte, il white balance è ottimale (Figura 107).
4. A questo punto è possibile eseguire la calibrazione colore utilizzando la procedura guidata dedicata nel pannello *Tool* di Itala View: le istruzioni per il corretto utilizzo del *Color Correction Wizard* sono elencate nel Paragrafo 4.7.6 (Figura 108). Una volta completata la calibrazione, il risultato sarà simile a quello raffigurato in Figura 109.

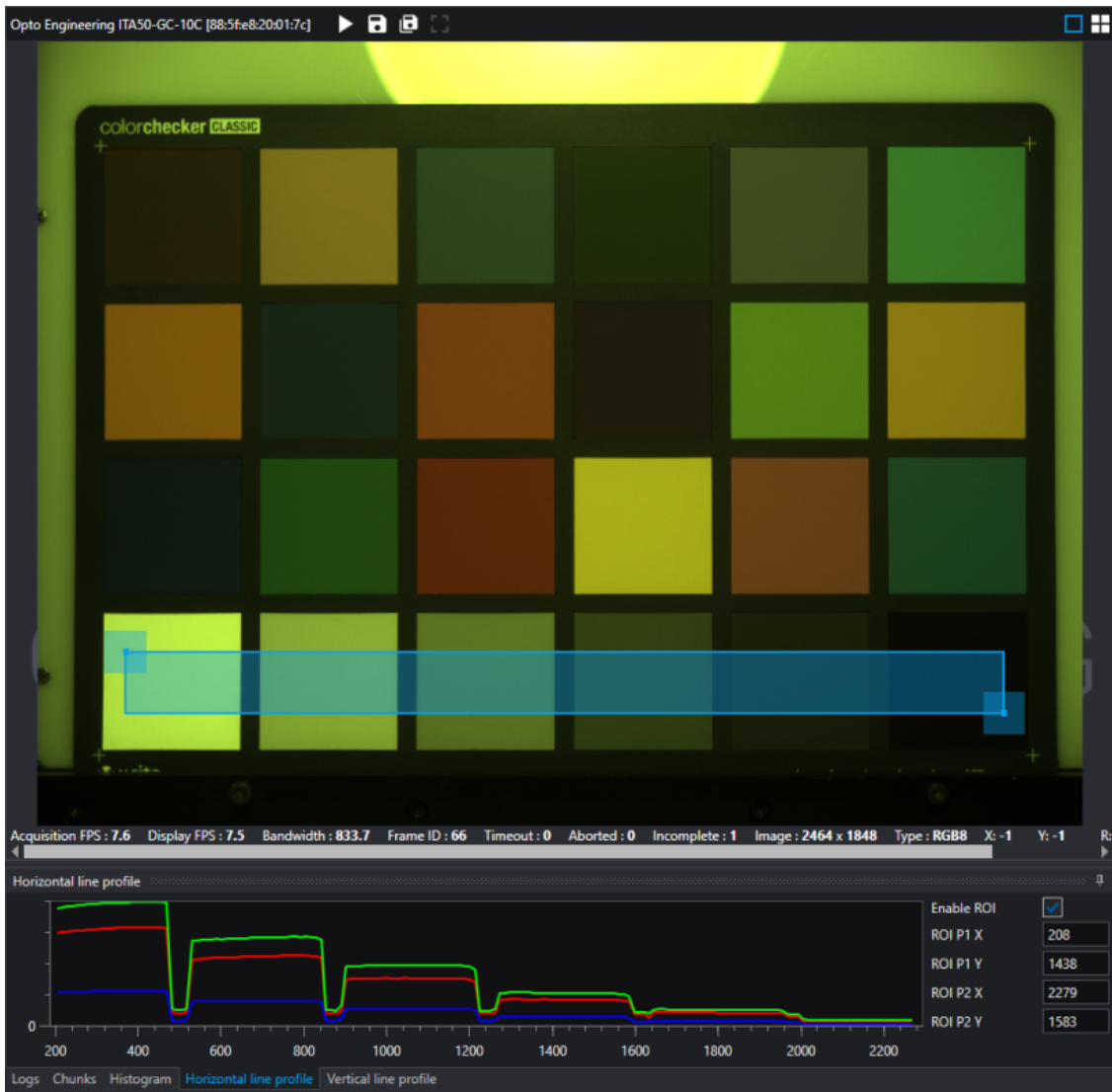


Figure 105: Primi passaggi della procedura di calibrazione colore: impostazione di una ROI appropriata (che includa solo le tessere in scala di grigio del color checker) e visualizzazione dei risultati nel profilo di linea orizzontale.

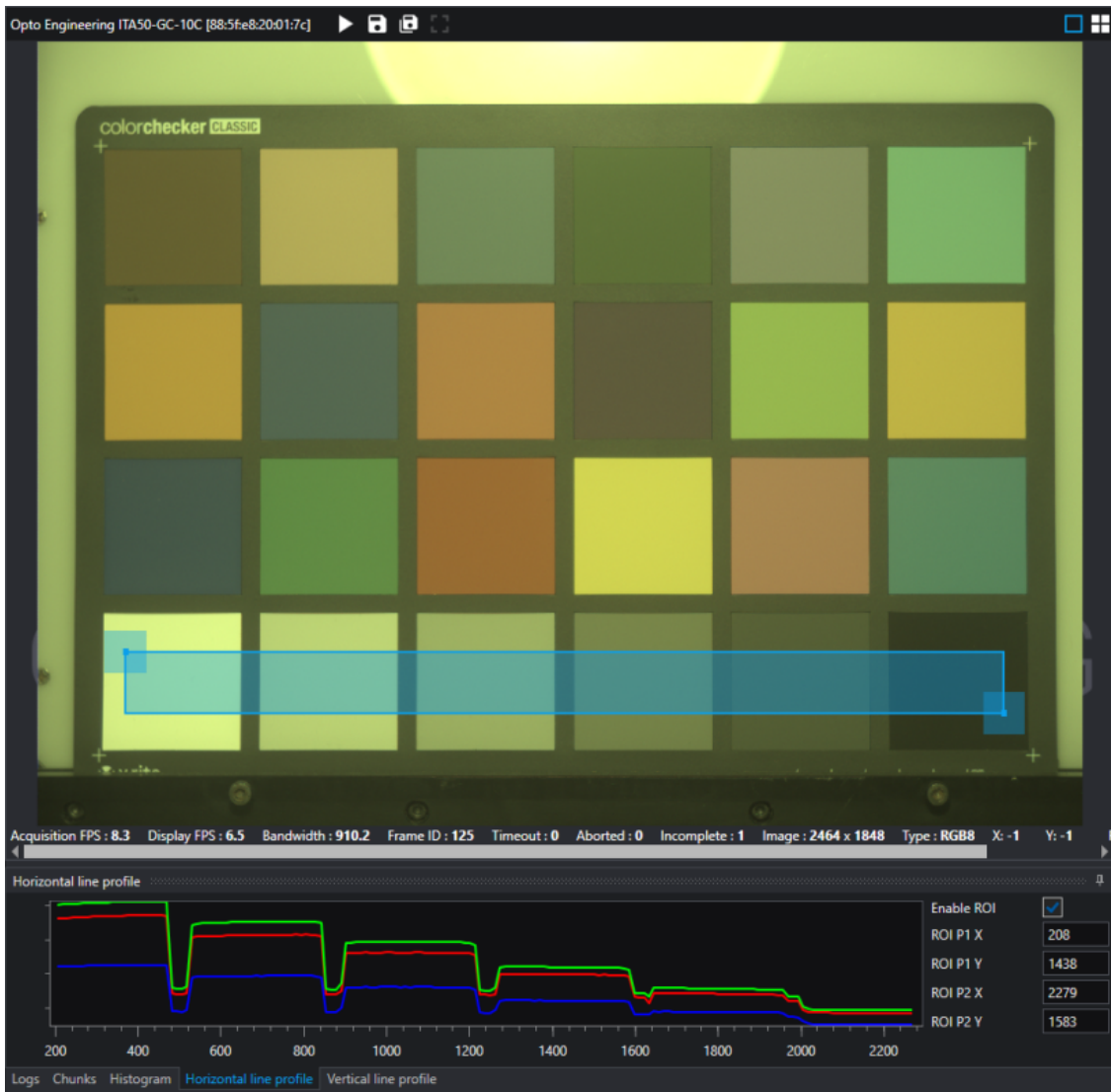


Figure 106: Secondo passaggio della procedura di calibrazione colore: regolazione di *Exposure Time* e *Gamma* affinché il canale verde corrisponda al valore imposto dal color checker.

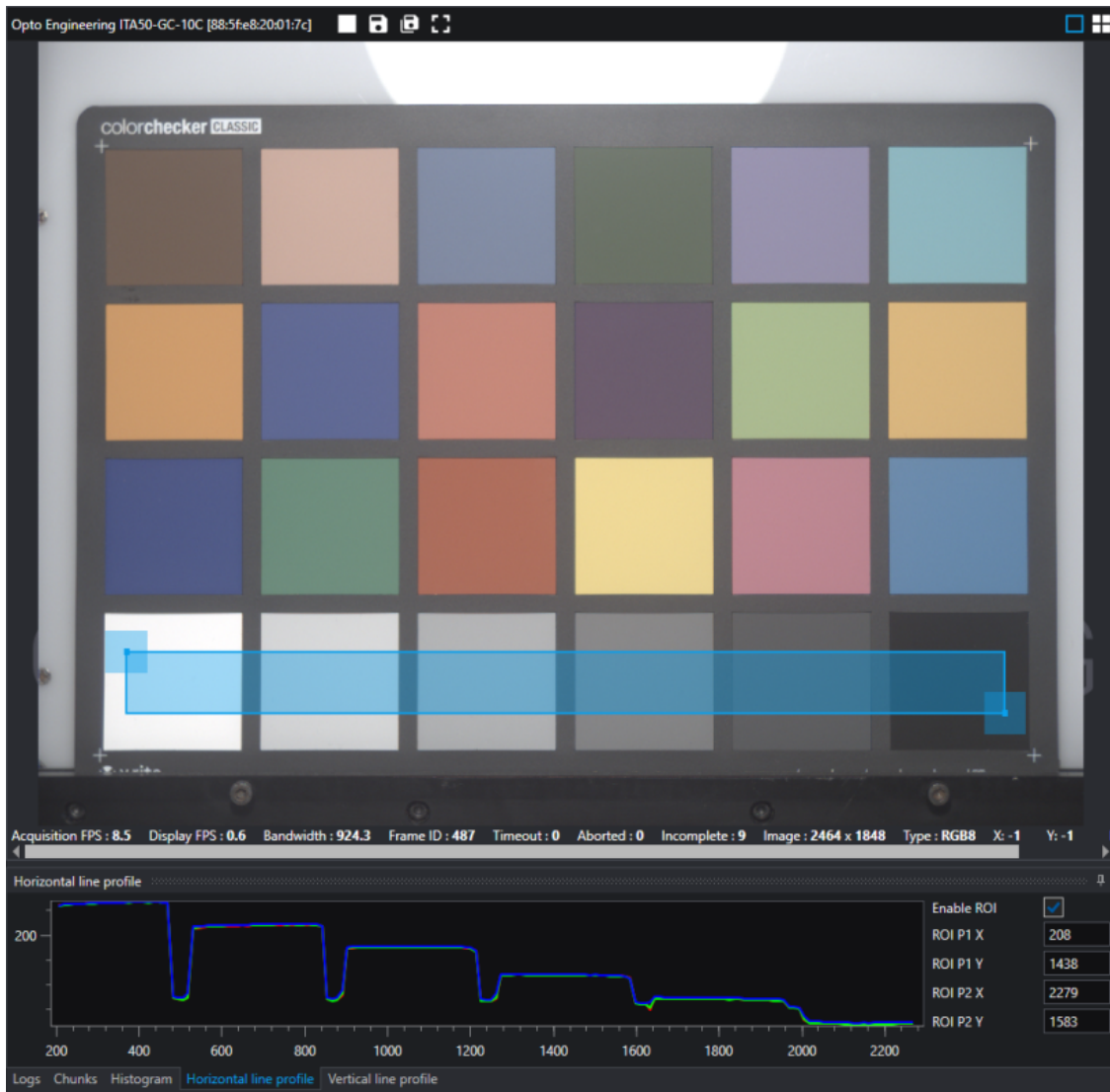


Figure 107: Terzo passaggio della procedura di calibrazione colore: utilizzando la funzionalità *BalanceRatio*, regolare i canali rosso e blu in modo da sovrapporre le tre curve colore nella scheda del profilo di linea orizzontale.

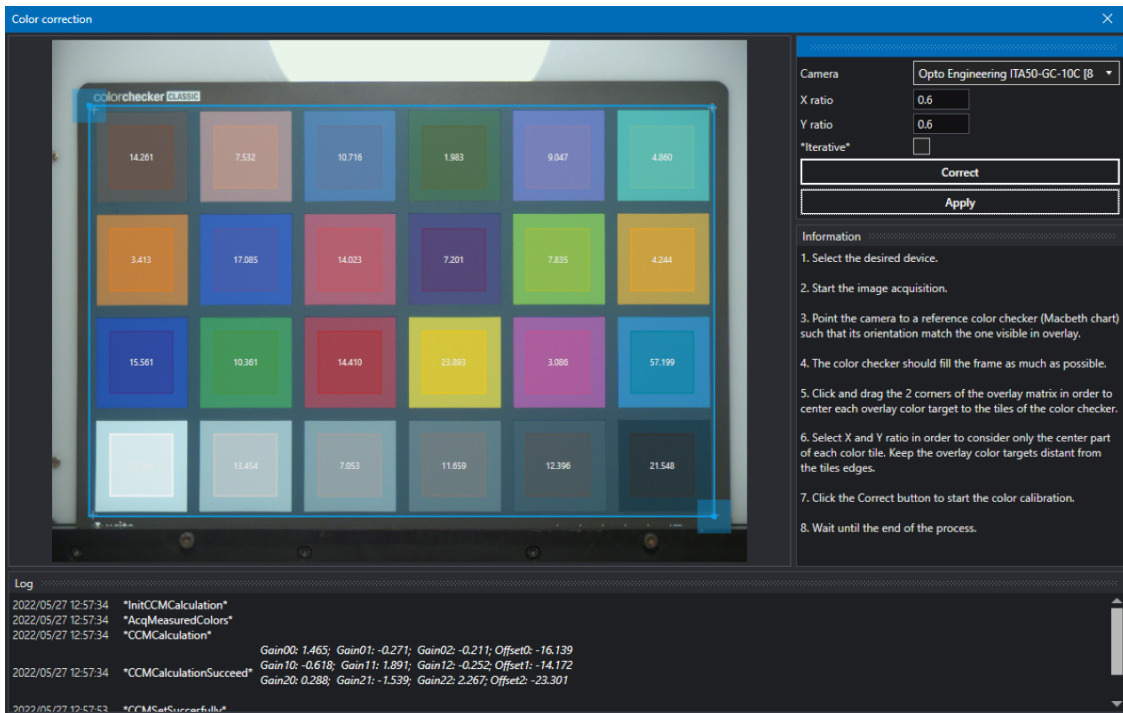


Figure 108: Quarto passaggio della procedura di calibrazione colore: utilizzando il *Color Correction Wizard* di Itala View, eseguire la calibrazione colore seguendo le indicazioni della procedura guidata.



Figure 109: Color checker dopo la procedura di calibrazione colore.

6.8 Digital I/O Control

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

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
LineSelector	Seleziona la linea fisica (o pin) del connettore del dispositivo esterno o la linea virtuale del Transport Layer da configurare	IEnumeration	RW
LineMode	Controlla se la linea fisica è utilizzata per ricevere (Input) o trasmettere (Output) un segnale	IEnumeration	RW
LineInverter	Controlla l'inversione del segnale della linea di ingresso o uscita selezionata	IBoolean	RW
LineStatus	Restituisce lo stato corrente della linea di ingresso o uscita selezionata	IBoolean	R
LineStatusAll	Restituisce lo stato corrente di tutti i segnali di linea disponibili al momento del polling in un unico campo di bit	IInteger	R
LineSource	Seleziona quale segnale sorgente interno di acquisizione o I/O inviare in uscita sulla linea selezionata	IEnumeration	RW
oeDebounceEnable	Abilita il circuito di debounce dell'ingresso. Consente di filtrare il segnale di ingresso e ignorare commutazioni spurie.	IBoolean	RW
oeDebounceAmount	Durata per la quale il segnale di ingresso deve rimanere costante affinché venga riconosciuto come ingresso valido	IFloat	RW
oePulseGeneratorEnable	Sostituisce 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 quale bit del registro User Output 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: Funzionalità di Digital I/O Control

6.8.1 Input Stage

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

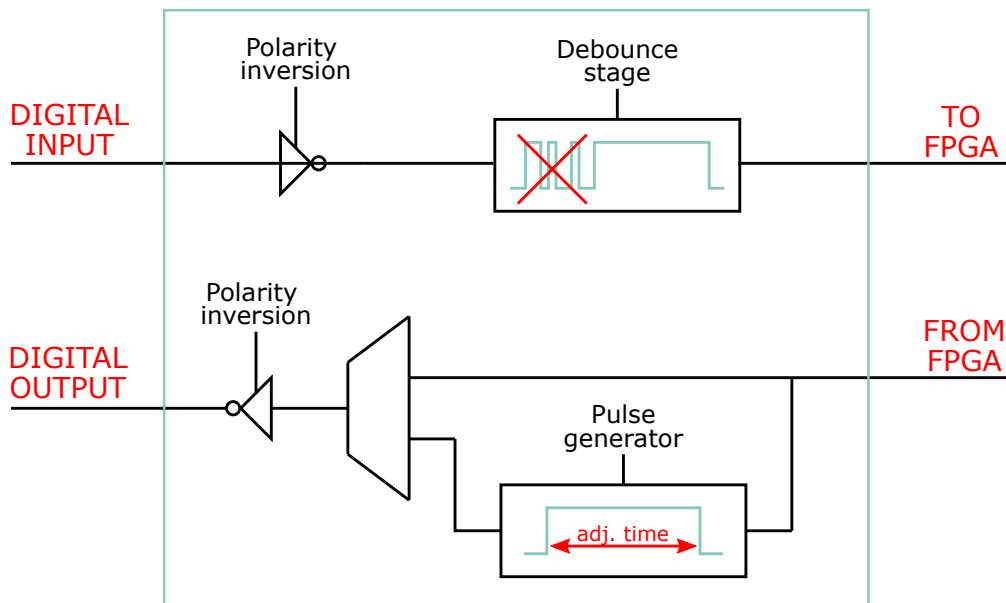


Figure 110: Rappresentazione dello stadio I/O digitale.

La funzionalità **LineInverter** deve essere attivata quando il trigger di ingresso funziona con una logica *active-low*, ovvero quando deve essere rilevato un fronte di discesa. Questa funzionalità si applica anche alle uscite di sincronizzazione.

6.8.2 Debouncer

Il debouncer è una funzionalità progettata per sopprimere rumore, picchi e oscillazioni sui segnali di trigger in ingresso.

Viene tipicamente utilizzato nei sistemi in cui tali disturbi possono causare eventi di trigger indesiderati.

La Figura 111 illustra il principio di funzionamento della logica del debouncer.

Gli impulsi in ingresso più brevi di $T_{DEBOUNCE}$ (esposto come **oeDebounceAmount** nell'albero GenlCam) vengono classificati come spuri e quindi scartati, mentre gli impulsi che superano questa durata vengono considerati validi.

Naturalmente, questo stadio 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 genuino o meno.

NOTA: Per abilitare il debouncer, la funzionalità 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 opto-isolati.

Inoltre, è possibile abilitare un meccanismo di protezione aggiuntivo per aumentare ulteriormente la robustezza del trigger di ingresso contro rumore e disturbi.

Quando la funzionalità **oeDeglitchEnable** è attivata, il circuito di deglitch dell'ingresso filtra gli impulsi negativi la cui durata è inferiore a **oeDebounceAmount**. Lo stadio di deglitch opera solo quando il debouncer (**oeDebounceEnable**) è abilitato.

La Figura 112 mostra il principio funzionale della logica di deglitch.

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

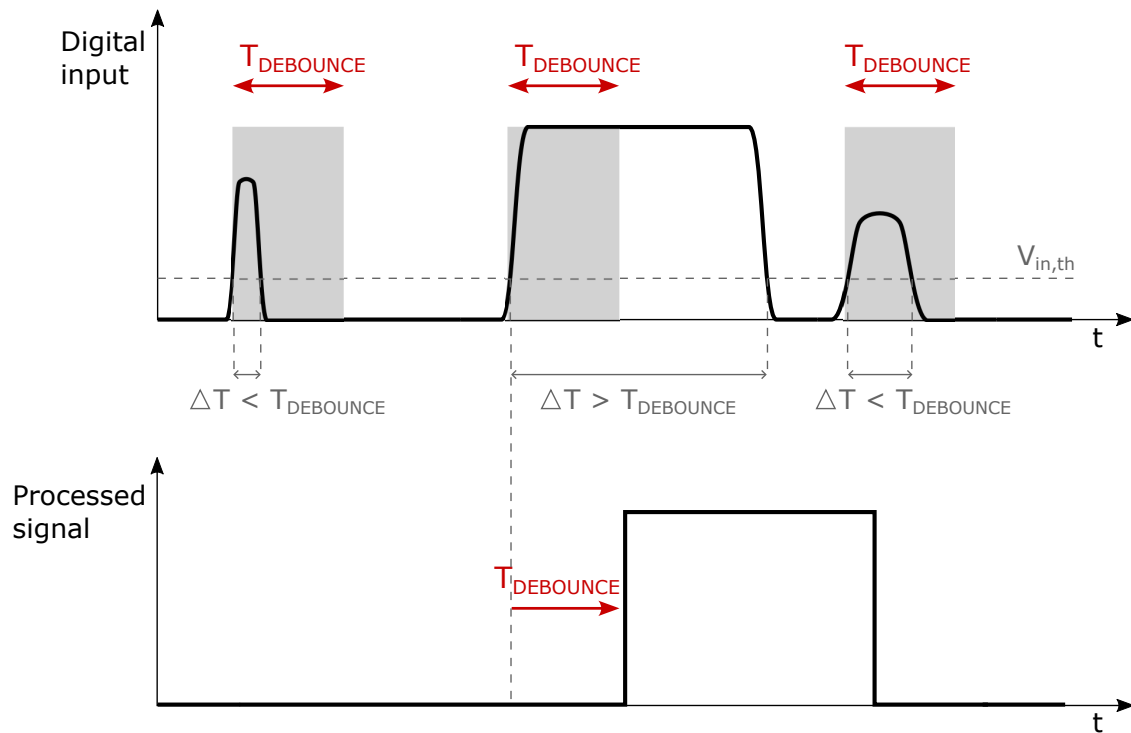


Figure 111: Principio di funzionamento del debouncer. Gli impulsi più brevi di $oeDebounceAmount$ vengono scartati come picchi indesiderati, mentre gli impulsi più lunghi vengono accettati come segnali di trigger validi.

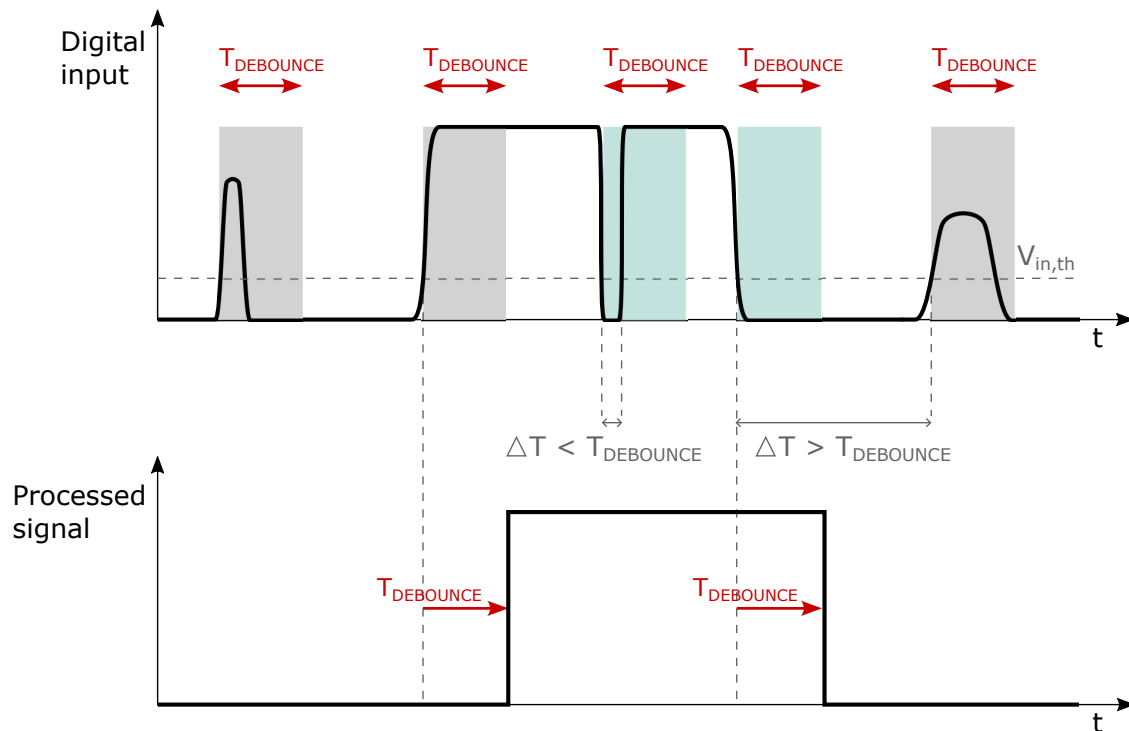


Figure 112: Principio di funzionamento del deglitcher. Gli impulsi in ingresso negativi più brevi di `oeDebounceAmount` vengono scartati, poiché considerati glitch indesiderati. Quando lo stato logico LOW persiste per una durata superiore a `oeDebounceAmount`, il fronte di discesa viene trattato come valido e il segnale elaborato commuta su LOW di conseguenza.

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 es. `TimerEnd`, `CounterEnd`, `EncoderOut`, ...) e un generatore di impulsi dedicato: il vantaggio dell'utilizzo del secondo approccio risiede nella possibilità di scegliere la durata dell'impulso, mentre nel primo caso i segnali generati possono durare solo un periodo di clock e potrebbero essere troppo rapidi per essere rilevati dal dispositivo slave.

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

6.9 Counter and Timer Control

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

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
CounterSelector	Seleziona quale contatore configurare	IEnumeration	RW
CounterEventSource	Seleziona gli eventi che costituiranno la sorgente per incrementare il contatore	IEnumeration	RW
CounterResetSource	Seleziona i segnali che costituiranno la sorgente per azzerare il 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 quale timer configurare	IEnumeration	RW
TimerTriggerSource	Seleziona la sorgente del trigger 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 trigger 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: Funzionalità di Counter and Timer Control

6.10 Encoder Control

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

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EncoderSelector	Seleziona quale encoder configurare	IEnumeration	RW
EncoderSourceA	Seleziona il segnale che costituirà la sorgente dell'ingresso A dell'encoder	IEnumeration	RW
EncoderSourceB	Seleziona il segnale che costituirà 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 quanti incrementi/decrementi dell'encoder sono necessari per generare un segnale di impulso in uscita dall'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 costituiranno la sorgente per azzerare l'encoder	IEnumeration	RW
EncoderReset	Esegue un reset software dell'encoder selezionato e lo avvia	ICommand	RW

Table 29: Funzionalità di Encoder Control

6.10.1 Encoder interface

Itala può essere utilizzata per monitorare encoder incrementali.

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

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

La frequenza massima di ingresso dell'interfaccia encoder di Itala è di circa 30 KHz.
 Ciò è dovuto principalmente ai tempi di risposta del circuito opto-isolato.

NOTA: Nel caso in cui la frequenza di ingresso superi le specifiche nominali, possono verificarsi errori di campionamento e, di conseguenza, possono sorgere errori durante il monitoraggio dell'encoder.

6.10.2 Encoder output mode

La funzionalità **EncoderOutputMode** seleziona una delle due seguenti modalità di pilotaggio (vedere Fig.113):

- **direction mode:** la posizione dell'encoder viene incrementata solo in una direzione. Quando la direzione di movimento cambia, il contatore dell'encoder smette di contare fino a quando la direzione di movimento non cambia nuovamente. In questa configurazione, il moto inverso non viene considerato.
- **position mode:** la posizione dell'encoder viene incrementata solo in una direzione. Quando la direzione di movimento cambia, il contatore dell'encoder inizia a decrementare fino a quando la direzione di movimento non cambia nuovamente. In questa configurazione, il moto inverso viene pertanto considerato.

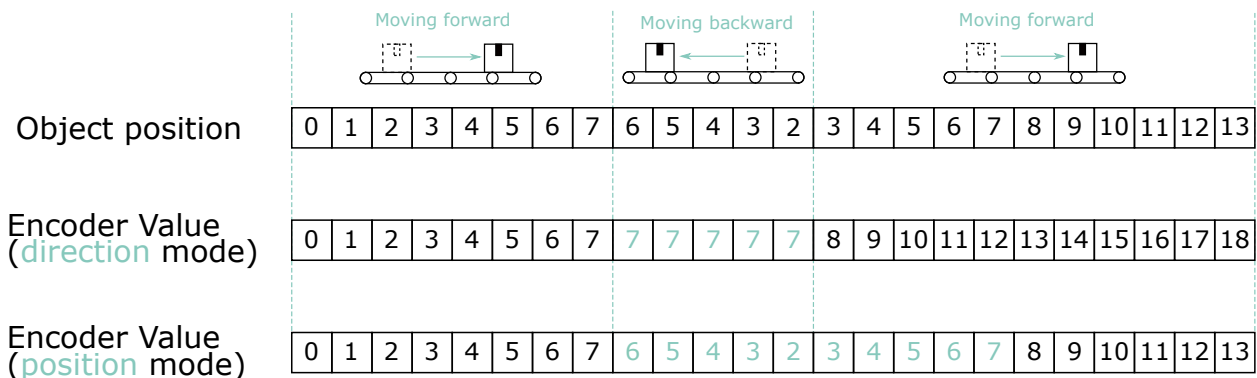


Figure 113: Le due diverse modalità di pilotaggio del blocco encoder: (figura in alto) **direction mode** e (figura in basso) **position mode**.

6.10.3 Encoder mode

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

- **High resolution mode:** il contatore dell'encoder viene aggiornato (incrementato o decrementato) ad ogni commutazione del segnale *Encoder A* o *Encoder B*.

- **4-phase mode:** il contatore dell'encoder viene aggiornato (incrementato o decrementato) ad ogni ciclo completo (ovvero per ogni sequenza 00 - 10 - 11 - 01).

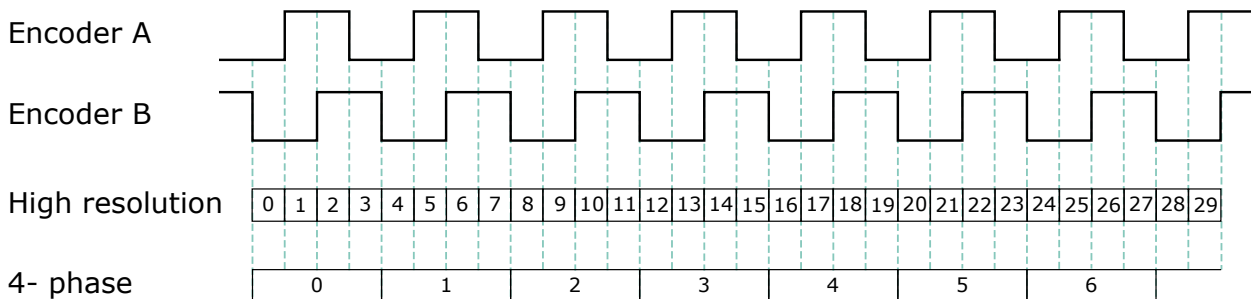


Figure 114: Modalità encoder: High resolution (in alto) vs 4-phase (in basso).

6.10.4 Gestione del wrapping di EncoderValue

EncoderValue è un valore positivo compreso tra 0 e 65535.

Quando la modalità di uscita dell'encoder è impostata su **position mode**, il moto inverso viene considerato nel calcolo di **EncoderValue**: poiché questo valore non può essere negativo, i movimenti all'indietro causano il conteggio inverso dell'encoder, da 65535 a 0, come raffigurato in Fig.115.

In questo scenario, se il moto inverso non viene gestito correttamente, potrebbero generarsi impulsi spuri.

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

Si considerino anche un numero di passi all'indietro che portano **EncoderValue** a essere uguale a 15000, ovvero un valore inferiore a **EncoderDivider**. Quando il moto in avanti riprende, si genera un impulso encoder spurio quando **EncoderValue** è uguale a **EncoderDivider** (ovvero 20000).

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

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

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

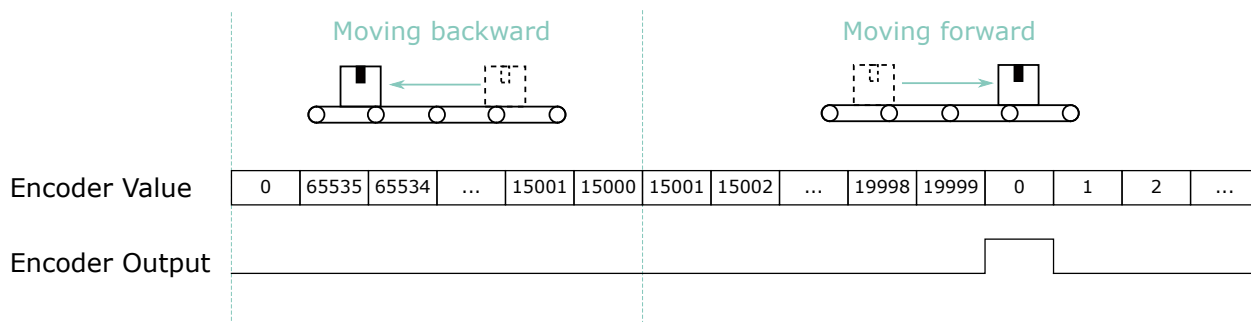


Figure 115: Esempio di generazione di un impulso spurio: prima viene applicato un moto inverso in modo che l'indicatore **EncoderValue** scenda al di sotto di **EncoderDivider**. Poi, quando il moto in avanti viene ripristinato, viene generato un impulso spurio quando **EncoderValue** è uguale a **EncoderDivider**.

6.11 Logic Block Control

La sezione Logic Block Control descrive il modello e le funzionalità relative al controllo e alla generazione di segnali tramite elementi Logic Block.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
LogicBlockSelector	Specifica il Logic Block da configurare	IEnumeration	RW
LogicBlockFunction	Seleziona la funzione logica combinatoria del Logic Block da configurare	IEnumeration	RW
LogicBlockInputNumber	Specifica il numero di ingressi di segnale attivi del Logic Block	IInteger	R
LogicBlockInputSelector	Seleziona l'ingresso del Logic Block da configurare	IInteger	RW
LogicBlockInputSource	Seleziona il segnale sorgente per l'ingresso nel Logic Block	IEnumeration	RW
LogicBlockInputInverter	Seleziona se il segnale sorgente dell'ingresso del Logic Block selezionato è invertito	IBoolean	RW
LogicBlockLUTIndex	Controlla l'indice della tabella di verità a cui accedere nella LUT selezionata	IInteger	RW
LogicBlockLUTValue	Legge o scrive 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: Funzionalità di Logic Block Control

6.11.1 Modulo Logic block

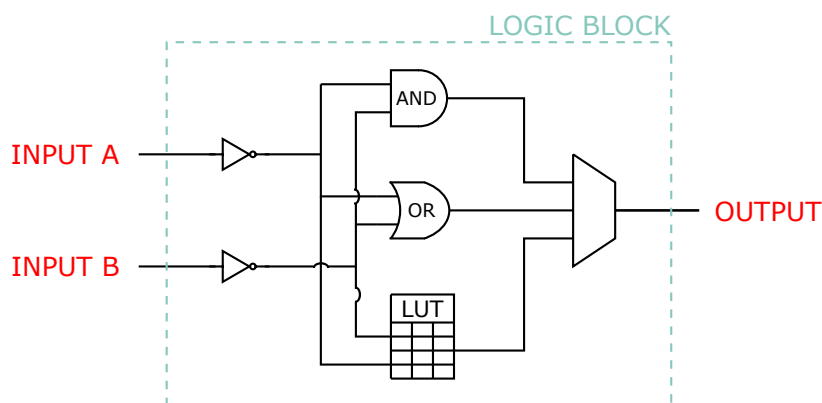


Figure 116: Schema semplificato della cella logic block.

Il **logic block module** viene 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.116):

- **AND:** l'uscita del logic block è HIGH se entrambi gli ingressi sono HIGH;
- **OR:** l'uscita del logic block è HIGH se almeno uno degli ingressi è HIGH;
- **LUT:** l'utente può compilare liberamente la tabella di verità della 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 garantire la massima flessibilità, è stato incluso anche uno **stadio invertente** all'ingresso di questo blocco.

6.12 Action Control

Il capitolo Action descrive tutte le funzionalità relative ai Action Signals nel dispositivo.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
ActionUnconditionalMode	Abilita la modalità di action command incondizionata, 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 degli scheduled action commands. Questo numero rappresenta il numero massimo di scheduled action commands che possono essere in attesa in un dato momento.	IEnumeration	R
ActionSelector	Seleziona a quale Action Signal si applicano le ulteriori impostazioni di azione	Integer	RW
ActionGroupKey	Fornisce la chiave che il dispositivo utilizzerà per convalidare l'azione alla ricezione del messaggio del protocollo di azione	Integer	RW
ActionGroupMask	Fornisce la maschera che il dispositivo utilizzerà per convalidare l'azione alla ricezione del messaggio del protocollo di azione	Integer	RW

Table 32: Funzionalità di Action command Control

6.12.1 Action Command

Action Command consente all'utente di attivare azioni su una o più telecamere GigE contemporaneamente sulla rete ethernet. I segnali di azione non sono sincroni su tutti i dispositivi come i trigger hardware, poiché il sistema è influenzato dalle latenze della rete ethernet; pertanto il segnale non raggiunge i dispositivi nello stesso istante. Tuttavia, utilizzando il comando di azione, l'utente può evitare ulteriori connessioni hardware per attivare la telecamera e utilizzare solo la

linea ethernet. Inoltre, il trigger tramite action command è preferibile al software trigger su più telecamere, poiché viene inoltrato un solo comando a tutte.

La telecamera Itala supporta un action command; l'utente può quindi configurare un ActionDeviceKey, un ActionGroupKey e un ActionGroupMask. La telecamera verifica che le informazioni del comando corrispondano all'action command configurato e genera quindi il trigger. I comandi possono essere inviati in modalità unicast o broadcast, a seconda che debbano essere attivati uno o più dispositivi.

Per migliorare il sincronismo del trigger sulla telecamera, è necessario utilizzare gli **Scheduled Action Commands** (6.12.2).

6.12.2 Scheduled Action Command

Gli Scheduled Action Commands consentono di generare un'azione di trigger su uno o più dispositivi a un istante specifico nel futuro, con granularità al nanosecondo. Gli unici due requisiti sono l'abilitazione della funzionalità **PTP** e la sincronizzazione della telecamera con il clock master PTP (vedere 6.20.1), altrimenti la richiesta di azione pianificata non viene elaborata.

Il diagramma a blocchi per illustrare l'architettura del controllo delle azioni pianificate è mostrato in Fig.117 e viene discusso in dettaglio di seguito.

Quando l'utente invia un'azione pianificata, la telecamera verifica via hardware che le informazioni del comando corrispondano all'action command configurato. Se l'azione pianificata ha un timestamp nel passato, viene elaborata immediatamente; altrimenti viene aggiunta alla coda hardware degli istanti di azione, che ha una profondità di 4, consentendo la gestione di fino a 4 azioni pianificate. Se la coda è piena, i comandi aggiuntivi vengono ignorati. Quando il timestamp dell'azione diventa minore o uguale al tempo di riferimento, viene rimosso dalla coda e viene asserito un trigger hardware verso il controllo dell'esposizione.

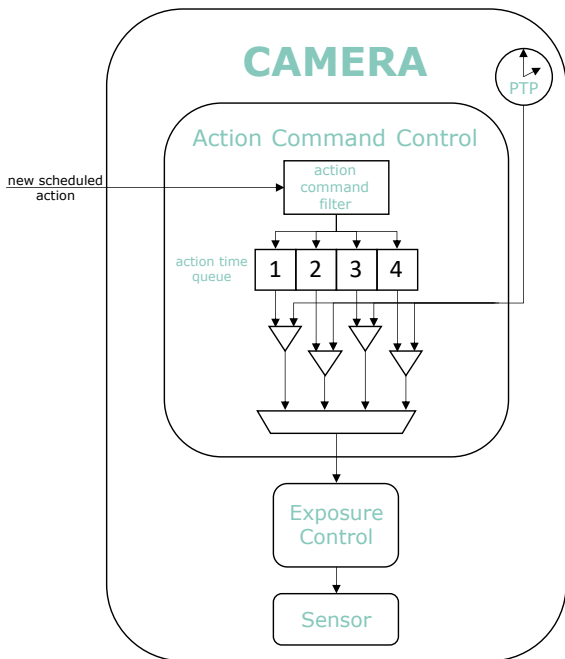


Figure 117: Diagramma a blocchi dello Scheduled Action Command.

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

- **GEV_STATUS_NO_REF_TIME:**
la telecamera non dispone di un tempo di riferimento sincronizzato con alcun clock master; la richiesta di azione pianificata non viene elaborata.
- **GEV_STATUS_ACTION_LATE:**
la telecamera ha ricevuto un action command pianificato con un timestamp nel passato (relativo al timestamp del dispositivo).
- **GEV_STATUS_OVERFLOW:**
la coda dei timestamp è piena e il dispositivo riceve un action command che non può essere accodato.

Un ritardo hardware, misurato quando l'azione pianificata è configurata per attivare l'esposizione del sensore e causato dall'elaborazione hardware, viene sottratto dal timestamp al fine di compensarlo e migliorare la precisione del tempo di trigger.

Se TriggerOverlap è ON, la latenza tra il tempo di esposizione e il trasferimento del frame è soggetta a un'incertezza maggiore; pertanto il jitter sull'acquisizione del frame è più elevato rispetto a quando TriggerOverlap è OFF, anche se viene utilizzato lo Scheduled Action.

6.13 Event Control

Questa sezione descrive come controllare la generazione di eventi verso l'applicazione host. Un evento è un messaggio inviato all'applicazione host per notificarle il verificarsi di un evento interno. Gli eventi vengono generalmente utilizzati per garantire che l'applicazione host sia sincronizzata con gli eventi esterni sul dispositivo. In visione artificiale, un caso d'uso tipico è un'applicazione host che attende di essere notificata della fine dell'esposizione del sensore per spostare il pezzo ispezionato su un nastro trasportatore.

EventSelector seleziona il particolare evento da controllare. Esistono diverse sorgenti di eventi, come acquisizione, temperatura e 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 funzionalità identificatore di evento corrispondente con un nome standard (ad es. **EventExposureEnd**). L'applicazione di controllo può fare affidamento su questa funzionalità per registrare una funzione di callback che la notificherà quando si verifica l'evento. Questa funzionalità intera dell'evento restituisce il valore identificatore univoco che identifica l'evento sul transport layer.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventSelector	Seleziona quale evento segnalare all'applicazione host	IEnumeration	RW
EventNotification	Attiva o disattiva 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 che sono andati persi	IInteger	-
oeEventLostCounterClear	Azzerare 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: Funzionalità di Event Control

6.13.1 Exposure End Event

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

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

Table 34: Funzionalità di Event Exposure End Data

6.13.2 Frame Trigger Missed Event

Questo evento viene generato quando la telecamera non è in grado di elaborare i segnali di trigger in arrivo, con conseguente perdita di trigger. La causa può essere un numero eccessivo di trigger che si verificano in un intervallo non consentito.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventFrameTriggerMissed	Restituisce l'identificatore univoco dell'evento di tipo Frame Trigger Missed	Integer	R
EventFrameTriggerMissedTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Frame Trigger Missed	Integer	R

EventFrameTriggerMissed-FrameID	Restituisce l'identificatore univoco del frame (o immagine) che ha generato l'evento Frame Trigger Missed	Integer	R
---------------------------------	---	---------	---

Table 35: Funzionalità di Event Frame Trigger Missed Data

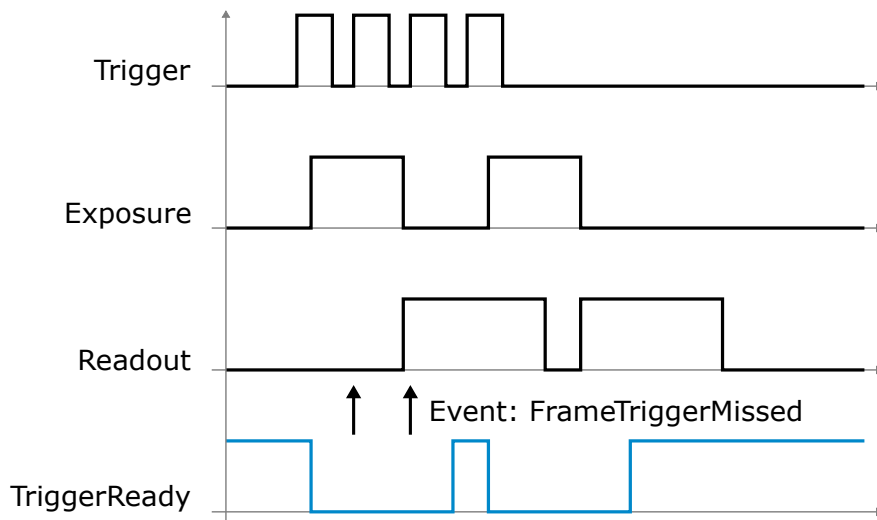


Figure 118: FrameTriggerMissedEvent

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.

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

Table 36: Funzionalità di Event Frame Trigger Ready Data

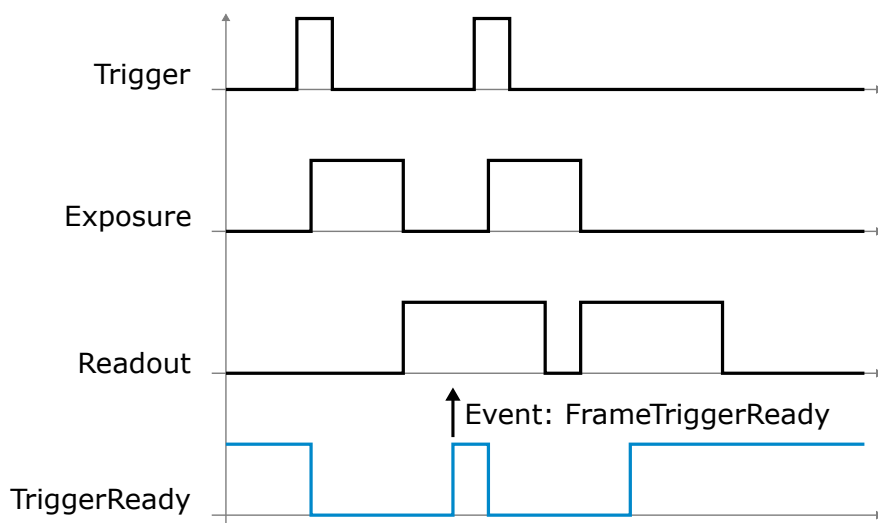


Figure 119: FrameTriggerMissedReady

6.13.4 Line 0 Rising Edge Event

L'evento viene generato quando viene rilevato un fronte di salita sulla Line 0.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventLine0RisingEdge	Restituisce l'identificatore univoco dell'evento di tipo Line 0 Rising Edge	Integer	R
EventLine0RisingEdgeTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Line 0 Rising Edge	Integer	R
EventLine0RisingEdgeFrameID	Restituisce l'identificatore univoco del frame (o immagine) che ha generato l'evento Line 0 Rising Edge	Integer	R

Table 37: Funzionalità di Event Line 0 Rising Edge Data

6.13.5 Line 1 Rising Edge Event

L'evento viene generato quando viene rilevato un fronte di salita sulla Line 1.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventLine1RisingEdge	Restituisce l'identificatore univoco dell'evento di tipo Line 1 Rising Edge	Integer	R

EventLine1RisingEdgeTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Line 1 Rising Edge	Integer	R
EventLine1RisingEdgeFrameID	Restituisce l'identificatore univoco del frame (o immagine) che ha generato l'evento Line 1 Rising Edge	Integer	R

Table 38: Funzionalità di Event Line 1 Rising Edge Data

6.13.6 Test Event

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

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventTest	Restituisce l'identificatore univoco dell'evento di tipo Test generato utilizzando il comando TestEventGenerate	Integer	R
EventTestTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Test	Integer	R

Table 39: Funzionalità di Event Test Data

6.13.7 Autofocus Done Event

Questo evento viene generato ogni volta che il dispositivo ha completato il processo di autofocus.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventAutofocusDone	Restituisce l'identificatore univoco dell'evento di tipo Event Autofocus	Integer	R
EventAutofocusDoneTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Autofocus Done	Integer	R

Table 40: Funzionalità di Event Autofocus Done Data

6.13.8 Sensor Temperature Event

Questo evento viene generato quando il sensore cambia range di temperatura operativa.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
--------------	-------------	-------------	---------

EventSensorTemperature	Restituisce l'identificatore univoco dell'evento di tipo Event Sensor Temperature generato da una variazione del range di temperatura del sensore immagine	Integer	R
EventSensorTemperatureTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Event Sensor Temperature	Integer	R

Table 41: Funzionalità di Event Sensor Temperature Data

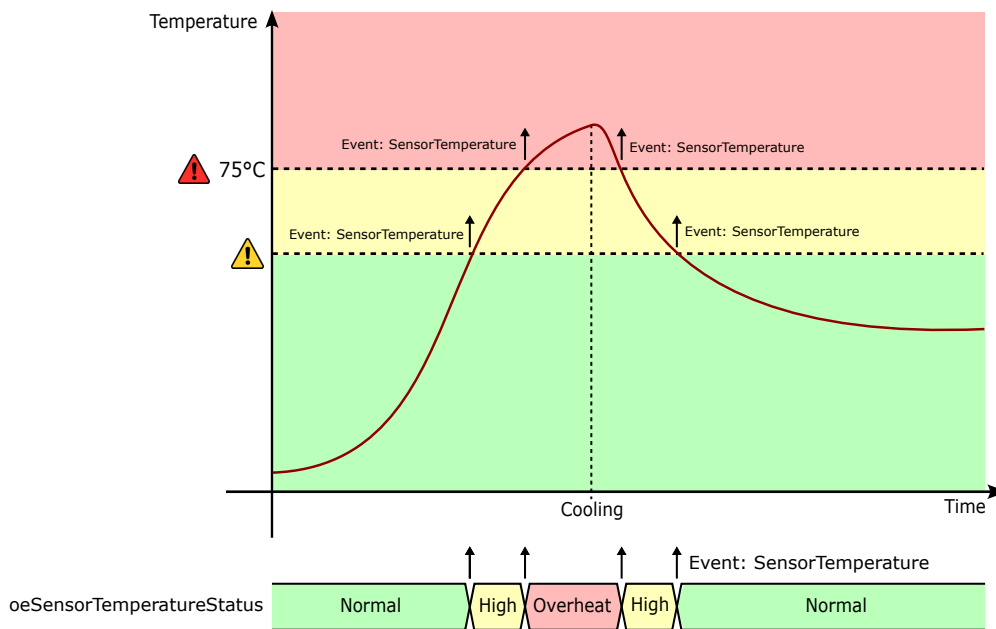


Figure 120: SensorTemperatureEvent

6.13.9 Event Lost Event

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

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventEventLost	Restituisce l'identificatore univoco dell'evento di tipo Event Lost	Integer	R
EventEventLostTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Event Lost	Integer	R

Table 42: Funzionalità di Event Event Lost Data

6.13.10 Buffer Full Event

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

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
EventBufferFull	Restituisce l'identificatore univoco dell'evento di tipo Buffer Full	Integer	R
EventBufferFullTimestamp	Restituisce il timestamp dell'evento Buffer Full	Integer	R

Table 43: Funzionalità di Event Buffer Full Data

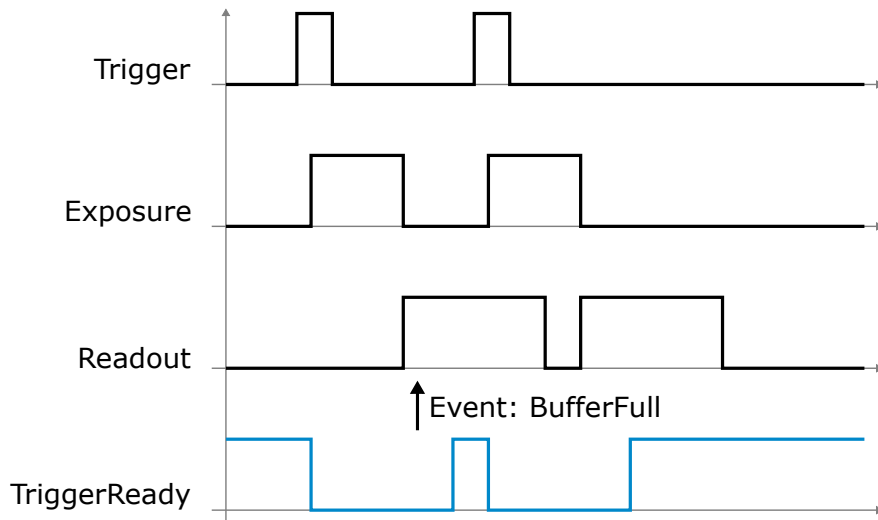


Figure 121: BufferFullEvent

6.13.11 Buffer Ready Event

Questo evento viene generato quando il buffer immagine del dispositivo è pronto per un nuovo frame.

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

Table 44: Funzionalità di Event Buffer Ready Data

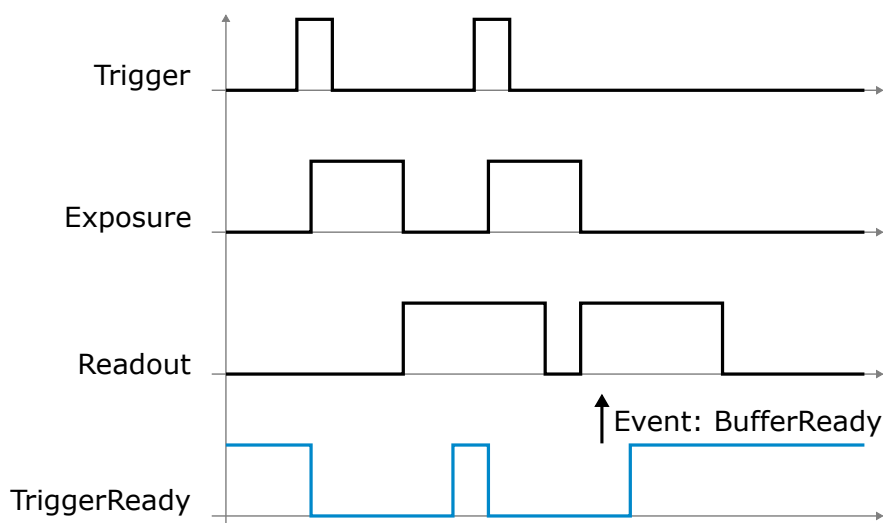


Figure 122: BufferReadyEvent

6.13.12 Transfer Skipped Event

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

Table 45: Funzionalità di Event Transfer Skipped Data

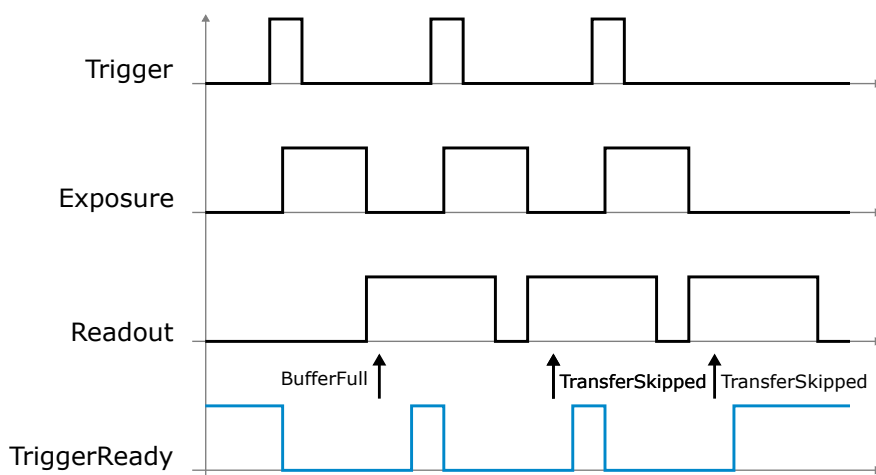


Figure 123: TransferSkippedEvent

6.14 User Set Control

Questa sezione descrive le funzionalità per il controllo globale delle impostazioni del dispositivo. Consente di caricare o salvare impostazioni predefinite di fabbrica o definite dall'utente. Il caricamento del User Set predefinito di fabbrica garantisce uno stato in cui è possibile avviare un'acquisizione continua utilizzando solo le funzionalità obbligatorie.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
UserSetSelector	Seleziona il User Set da caricare, salvare o configurare	Integer	RW
UserSetLoad	Carica nel dispositivo il User Set specificato da UserSetSelector e lo rende attivo	ICommand	RW
UserSetSave	Salva il User Set specificato da UserSetSelector nella memoria non volatile del dispositivo	ICommand	RW
UserSetDefault	Seleziona il User Set da caricare e rendere attivo per impostazione predefinita al reset del dispositivo	IEnumeration	RW

Table 46: Funzionalità di User Set Control

6.15 Chunk Data Control

Questa sezione descrive tutte le funzionalità relative ai chunk data.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
ChunkModeActive	Attiva l'inclusione dei Chunk data nel payload dell'immagine	IBoolean	RW
ChunkSelector	Seleziona quale Chunk abilitare o controllare	IEnumeration	RW
ChunkEnable	Abilita l'inclusione dei Chunk data selezionati 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 acquisire l'immagine	IFloat	R
ChunkGain	Restituisce il guadagno utilizzato per acquisire l'immagine	IFloat	R
ChunkBlackLevel	Restituisce il livello di nero utilizzato per acquisire l'immagine inclusa nel payload	IFloat	R
ChunkTimestamp	Restituisce il timestamp dell'immagine inclusa nel payload al momento dell'evento interno FrameStart	IInteger	R
ChunkFrameID	Restituisce l'identificatore univoco del frame (o immagine) incluso nel payload	IInteger	R

ChunkSequencerSetActive	Restituisce l'indice del set attivo del sequencer in esecuzione incluso nel payload	Integer	R
ChunkEncoderValue	Restituisce il valore dell'Encoder 0 al momento dell'evento FrameStart	Integer	R
ChunkCounterValue	Restituisce il valore del Counter 0 al momento dell'evento FrameStart	Integer	R

Table 47: Funzionalità di Chunk mode Control

6.15.1 Chunk Data

Nelle camere per visione artificiale, i **chunk data** sono metadati incorporati direttamente nel flusso immagini insieme al payload dei pixel.

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

- **Sincronizzazione:** consentire l'allineamento tra le immagini acquisite e sensori o eventi esterni.
- **Analisi dinamica:** consentire alle applicazioni di accedere ai parametri della camera in tempo reale.
- **Riduzione dell'overhead:** eliminare le query separate al dispositivo per recuperare i metadati.

La figura 124 mostra la struttura di un frame *GigE Vision*: il pacchetto leader apre la trasmissione, seguito da una sequenza di pacchetti payload contenenti i dati immagine. Il pacchetto trailer chiude la trasmissione.

Quando i chunk data sono abilitati, i metadati vengono aggiunti al flusso di pixel nell'ultimo pacchetto payload.

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

NOTA: Quando la modalità chunk è attiva, **all** i tipi di chunk data vengono trasmessi dalla camera. Non è possibile selezionare solo un sottoinsieme.

Un possibile svantaggio è che i chunk data possono ridurre il framerate massimo raggiungibile, in particolare quando la dimensione dei metadati è paragonabile a quella del payload.

Al contrario, quando il payload immagine è significativamente più grande del blocco di chunk data, l'impatto sul framerate è trascurabile.

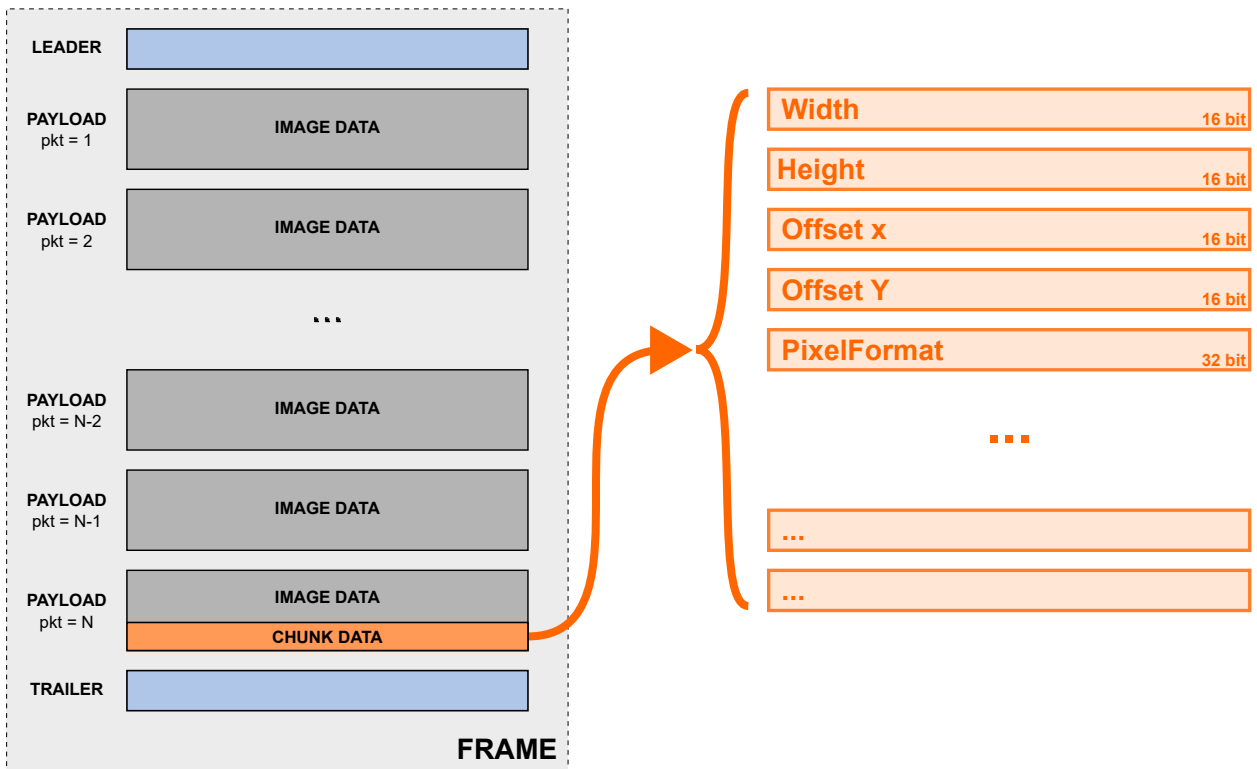


Figure 124: A sinistra: rappresentazione dei pacchetti GigE Vision in uscita dalla camera. A destra: struttura dei chunk data aggiunti al termine della trasmissione del frame.

6.15.2 Chunk Data: esempio applicativo

Si consideri il seguente esempio: un encoder è collegato alla camera per attivare un'acquisizione ogni 1000 passi (figura 125).

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

Inoltre, *ChunkFrameID* può essere utilizzato per ricostruire la sequenza esatta delle immagini acquisite, anche se il campione si muove alternativamente avanti e indietro (ovvero *ChunkEncoderValue* può sia aumentare che diminuire).

NOTA: *ChunkFrameID* è diverso dal *FrameID* di GigE Vision. Il primo inizia da 0, mentre il secondo inizia da 1.

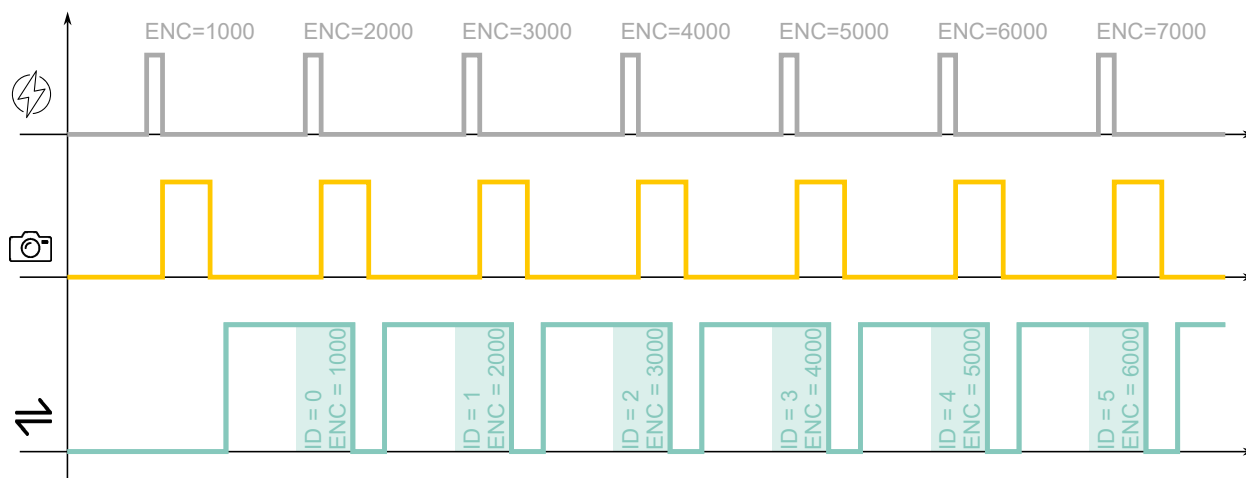


Figure 125: Esempio di applicazione dei chunk data. Ogni 1000 passi dell'encoder viene attivata un'esposizione e quindi un'acquisizione del frame. Con i chunk data abilitati, ogni frame è contrassegnato con metadati rilevanti come *ChunkFrameID* e *ChunkEncoderValue*.

6.15.3 OE Serial Interface Control

Questa sezione tratta le funzionalità di comunicazione seriale.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
oeSerialEnable	Abilita l'interfaccia seriale	IBoolean	RW
oeSerialBaudRate	Seleziona il baud rate dell'interfaccia seriale	IEnumeration	RW
oeSerialMode	Seleziona la modalità operativa dell'interfaccia seriale	IEnumeration	RW
oeSerialProtocol	Seleziona il protocollo da utilizzare sull'interfaccia seriale	IEnumeration	RW
oeSerialSlewRate	Seleziona lo slew rate dei dati dell'interfaccia seriale	IEnumeration	RW
oeSerialASCIIWriteBuffer	Buffer di scrittura caratteri dell'interfaccia seriale	IString	RW
oeSerialASCIIWrite	Avvia 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 caratteri dell'interfaccia seriale	IString	R
oeSerialASCIIRead	Legge il buffer di ingresso seriale	ICommand	RW

oeSerialModbusSlaveID	Slave ID Modbus del dispositivo target	Integer	RW
oeSerialModbusAddress	Indirizzo registro slave per le richieste di lettura/scrittura	Integer	RW
oeSerialModbusWriteValue	Valore da scrivere nell'indirizzo registro slave	Integer	RW
oeSerialModbusWrite	Invia una richiesta "Write Single Register" (0x06)	ICommand	RW
oeSerialModbusReadValue	Valore da leggere dall'indirizzo registro slave	Integer	R
oeSerialModbusRead	Invia 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	Integer	RW
oeSerialBinaryWrite	Comando per scrivere dati sull'interfaccia seriale	ICommand	RW
oeSerialBinaryReadBuffer	Dati binari letti dall'interfaccia seriale	IRegister	R
oeSerialBinaryReadCount	Numero di byte seriali da leggere	Integer	RW
oeSerialBinaryRead	Comando per leggere dati dall'interfaccia seriale	ICommand	RW

Table 48: Funzionalità di OE Serial Interface Control

6.16 Serial interface

L'**interfaccia seriale** consente di comunicare con un dispositivo esterno tramite una connessione seriale. Si tratta di una periferica a doppia modalità configurabile come ricetrasmittitore **RS232** o **RS485** tramite la funzionalità **oeSerialMode**, come mostrato in Fig.126. Selezionare la modalità operativa appropriata in base al dispositivo esterno che si desidera collegare alla camera. 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:** da 9600 a 115200;
- **Data Bits:** 8 bit;
- **Stop Bits:** 1 bit;
- **Parity:** nessuna.

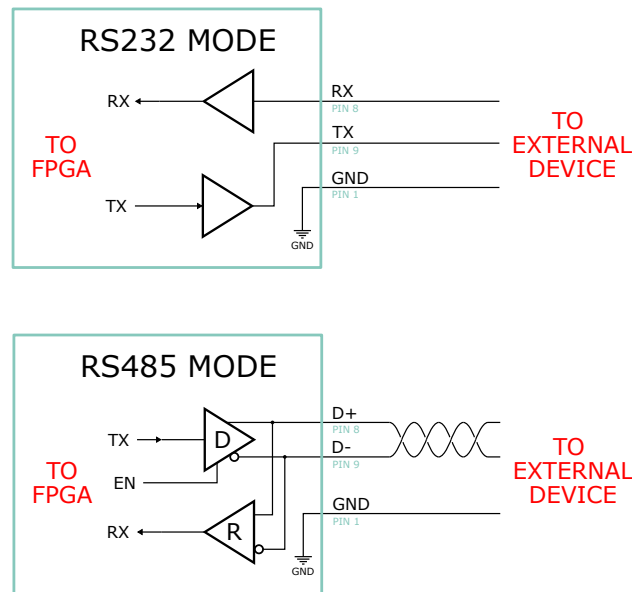


Figure 126: Circuito equivalente dell'interfaccia seriale in modalità RS232 e RS485.



ATTENZIONE: verificare sempre le specifiche del dispositivo esterno **prima** di collegarlo alla camera e impostare la modalità seriale di conseguenza. La mancata osservanza di questa istruzione potrebbe causare danni alla camera o al dispositivo esterno.

Il controllo dello **slew rate** influisce sulla forma d'onda del segnale di uscita. L'impostazione **lenta** produce transizioni graduali e può ridurre le emissioni EMI. L'impostazione **rapida** produce transizioni ripide, consentendo l'utilizzo dei baud rate più elevati. Questa funzionalità è disponibile solo per la modalità **RS485**.

Protocollo ASCII:

Il protocollo ASCII consente di inviare e ricevere caratteri ASCII (terminati con NULL) sull'interfaccia seriale. Disponibile sia per la modalità RS232 che RS485.

Protocollo Modbus RTU:

Modbus RTU è un protocollo request/reply che fornisce comunicazione client/server tra dispositivi collegati su un bus seriale. La camera agisce come client e implementa un sottoinsieme dei codici funzione Modbus RTU, quali **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 grezzi sull'interfaccia seriale. Disponibile sia per la modalità RS232 che RS485.

6.17 OE Liquid Lens Control

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

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
oeLiquidLensEnable	Abilita il controller della lente liquida	IBoolean	RW
oeLiquidLensConfigurationData ⁽¹⁾	Ottiene la configurazione per la lente liquida	IEnumeration	R
oeLiquidLensManufacturer	Mostra il produttore della lente	IEnumeration	R
oeLiquidLensSerialNumber	Numero di serie della lente liquida. Questa stringa è un identificatore univoco della lente liquida	IString	R
oeLiquidLensFWVersion ⁽²⁾	Versione FW della lente liquida per lenti Corning® Varioptic®	IInteger	R
oeLiquidLensFocalLength ⁽²⁾	Lunghezza focale della lente	IInteger	R
oeLiquidLensTemperatureSensorStatus	Mostra lo stato del sensore di temperatura della lente liquida	IEnumeration	R
oeLiquidLensTemperature	Temperatura rilevata dal sensore integrato nella lente liquida (disponibile solo su modelli specifici)	IFloat	R
oeLiquidLensMode ⁽¹⁾	Seleziona la modalità di controllo della lente	IEnumeration	RW
oeLiquidLensMaxPositiveCurrent ⁽¹⁾	Corrente positiva massima applicabile alla lente	IFloat	RW
oeLiquidLensMaxNegativeCurrent ⁽¹⁾	Corrente negativa massima applicabile alla lente	IFloat	RW
oeLiquidLensCurrent ⁽¹⁾	Imposta la corrente del solenoide della lente liquida	IFloat	RW
oeLiquidLensPower ⁽¹⁾	Imposta la potenza focale della lente liquida	IFloat	RW
oeLiquidLensVoltage ⁽²⁾	Imposta la tensione della lente liquida	IFloat	RW
oeLiquidLensResultingCurrent ⁽¹⁾	Corrente risultante del solenoide della lente liquida	IFloat	R

oeLiquidLensResultingPower ⁽¹⁾	Potenza focale risultante della lente liquida	IFloat	R
oeLiquidLensAutofocusEnable	Abilita il controller di autofocus	IBoolean	RW
oeLiquidLensAutofocusAOISize	Seleziona la dimensione dell'area di autofocus	IEnumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX	Offset orizzontale dall'origine all'area utilizzata per i calcoli di autofocus (in pixel)	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY	Offset verticale dall'origine all'area utilizzata per i calcoli di autofocus (in pixel)	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusStartCurrent ⁽¹⁾	Valore di corrente iniziale per l'autofocus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStopCurrent ⁽¹⁾	Valore di corrente finale per l'autofocus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStartPower ⁽¹⁾	Valore di potenza iniziale per l'autofocus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStopPower ⁽¹⁾	Valore di potenza finale per l'autofocus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStartVoltage ⁽²⁾	Valore di tensione iniziale per l'autofocus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStopVoltage ⁽²⁾	Valore di tensione finale per l'autofocus	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusFrameCount	Numero di frame da acquisire per l'autofocus (solo algoritmo lineare)	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusDelay ⁽²⁾	Ritardo tra acquisizione e operazioni della lente (solo algoritmo lineare)	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusAlgorithm	Seleziona l'algoritmo di autofocus (Lineare o Iterativo)	IEnumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusTolerance	Tolleranza di convergenza dell'autofocus iterativo (V per Corning® Varioptic®, mA per Optotune®)	IFloat	RW

oeLiquidLensAutofocusMaxIterations	Numero massimo di iterazioni grossolane per l'algoritmo di autofocus iterativo	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusSettleTime	Tempo di assestamento della lente per ogni sonda in microsecondi per l'algoritmo di autofocus iterativo	Integer	RW
oeLiquidLensAutofocusStart	Avvia l'autofocus	Command	RW
oeLiquidLensAutofocusTriggerSource	Specifica il segnale interno o la linea di ingresso fisico da utilizzare come sorgente di trigger per l'autofocus	Enumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusStatus	Restituisce lo stato dell'autofocus	Enumeration	R

Table 49: Funzionalità di OE Liquid Lens Control

(1) Funzionalità disponibile solo con lenti Optotune® (2) Funzionalità disponibile solo con lenti Corning® Varioptic®

6.17.1 Liquid Lens interface

L'**liquid lens interface** consente di controllare un prodotto che integra una lente liquida di Optotune® o Corning® Varioptic® direttamente dal dispositivo camera. Ciò garantisce la massima integrazione con l'SDK della camera e la compatibilità con software di terze parti grazie agli standard *GigE Vision* e *GenTL*.

Sono supportate le seguenti famiglie di lenti:

- Tutte le lenti di **Opto Engineering®**
- Lenti di terze parti che integrano moduli di lente liquida **Optotune®**: EL-3-10, EL-12-30, EL-16-40;
- Lenti **Corning® Varioptic®** serie C-C.

La camera rileva automaticamente la tecnologia della lente collegata e ne espone le funzionalità corrispondenti attraverso l'albero delle funzionalità *GenICam*; il produttore rilevato viene riportato da **oeLiquidLensManufacturer**. Le due tecnologie supportate, **Optotune®** e **Corning® Varioptic®**, vengono controllate in modo diverso ed espongono quindi funzionalità diverse, come descritto di seguito.

Lenti Optotune®

Le lenti Optotune® sono **current-driven** e l'interfaccia può operare in due modalità diverse:

- modalità EEPROM;
- modalità manuale;

In **EEPROM mode** la camera rileva automaticamente la lente collegata e legge i dati di calibrazione dalla EEPROM integrata. Tramite l'albero delle funzionalità *Gen/Cam* è possibile leggere gli attributi della lente e impostarne direttamente la potenza focale. La EEPROM include anche un sensore di temperatura utilizzato dal controller per la compensazione termica della corrente della lente. Ciò garantisce una potenza focale costante in un ampio intervallo di temperatura operativa. È anche possibile controllare direttamente la corrente della lente e verificare la potenza focale risultante, che dipende dalla temperatura della lente.

Questa modalità viene selezionata automaticamente quando viene collegata una lente compatibile.



ATTENZIONE: verificare sempre le specifiche della lente prima di collegarla alla camera. Se la lente non è dotata di una EEPROM di calibrazione, verificare e impostare i limiti di corrente **prima** di collegare la lente. La mancata osservanza di questa istruzione potrebbe causare danni alla camera o alla lente liquida.

In **manual mode** è possibile controllare una lente priva di EEPROM integrata, impostando direttamente la corrente del solenoide di attuazione. In questo caso l'utente è responsabile dell'impostazione dei valori corretti e del rispetto dei limiti riportati nelle specifiche della lente.

oeLiquidLensConfigurationData indica se la lente è dotata di una EEPROM di calibrazione o se la periferica è in esecuzione in modalità manuale.

Lenti Corning® Varioptic®

Le lenti Corning® Varioptic® sono **voltage-driven** e vengono riconosciute automaticamente dalla camera tramite il loro microcontrollore integrato; non è prevista né EEPROM di calibrazione né selezione della modalità EEPROM/manuale. La potenza focale viene regolata direttamente impostando la tensione della lente tramite la funzionalità **oeLiquidLensVoltage**, mentre **oeLiquidLensFWVersion** e **oeLiquidLensFocalLength** riportano la versione del firmware e la lunghezza focale della lente. Sui modelli dotati di sensore di temperatura, la temperatura della lente è disponibile tramite **oeLiquidLensTemperature**.

NOTA: La distinzione EEPROM/modalità manuale, il selettore **oeLiquidLensMode** e le funzionalità di corrente/potenza (**oeLiquidLensCurrent**, **oeLiquidLensPower**) si applicano solo alle lenti **Optotune®**.

6.17.2 Autofocus

L'**autofocus** determina automaticamente la messa a fuoco ottimale della lente liquida collegata, interamente all'interno della camera.

L'algoritmo di autofocus non viene applicato all'intero frame; è quindi necessario definire un AOI dedicato tramite il selettore **oeLiquidLensAutofocusAOISize** insieme ai parametri **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX** e **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY** (vedere figura 127):

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

Se è attiva una regione di interesse (ROI), ad esempio per selezionare solo un'area specifica del frame a piena risoluzione, **oeLiquidLensAutofocusAOISize**, **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX** e **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY** vengono specificati tenendo conto delle funzionalità Genl-Cam *Width*, *Height*, *OffsetX* e *OffsetY*, come mostrato nella figura 128.

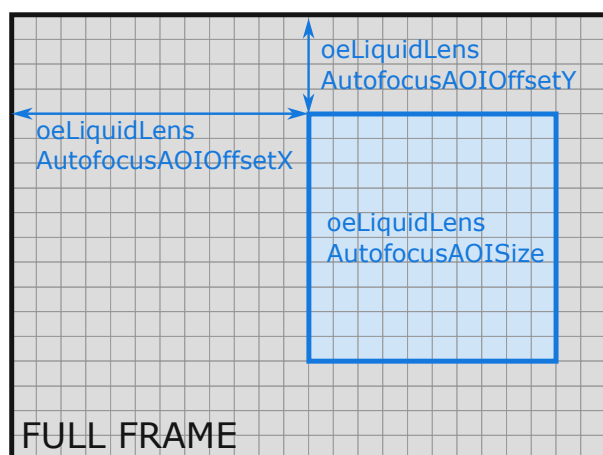


Figure 127: Definizione dell'Area di Interesse (AOI) per l'autofocus: l'algoritmo di autofocus valuta solo i pixel compresi entro i limiti dell'AOI.

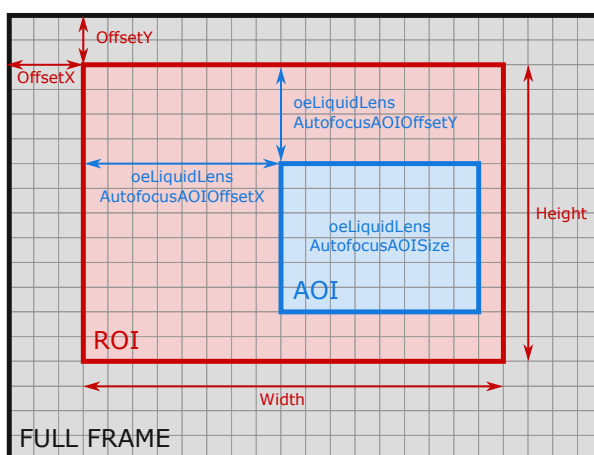


Figure 128: AOI di autofocus con ROI già applicata: le dimensioni e gli offset dell'AOI vengono interpretati relativamente alla ROI attiva.

L'autofocus esegue uno sweep di un **intervallo di controllo** la cui grandezza fisica dipende dalla lente collegata: per le lenti Optotune® la funzionalità **oeLiquidLensMode** seleziona tra un intervallo di corrente e uno di potenza, mentre le lenti Corning® Varioptic® utilizzano un intervallo di tensione. Questo intervallo di controllo, insieme all'AOI, è condiviso da entrambi gli algoritmi di autofocus descritti di seguito.

NOTA: Una volta attivato il comando **oeLiquidLensAutofocusStart**, la camera attende il trasferimento dell'ultimo frame. Quindi l'autofocus ha inizio.

Il completamento dell'autofocus viene segnalato dalla funzionalità **oeLiquidLensAutofocusStatus** e dall'evento `AutofocusDone`.

La camera fornisce due algoritmi di autofocus, selezionabili tramite la funzionalità **oeLiquidLensAutofocusAlgorithm**:

- **Lineare**: la lente esegue un singolo sweep sull'intero intervallo di controllo mentre viene acquisito un burst fisso di frame.

- **Iterativo:** l'intervallo della lente viene sondato in modo adattivo con una ricerca **golden-section**, convergendo sulla regione di messa a fuoco ottimale con un numero inferiore di frame.

NOTA: L'algoritmo **Lineare** è consigliato per le lenti **Optotune®**, mentre l'algoritmo **Iterativo** è consigliato per le lenti **Corning® Varioptic®**. A causa del diverso modo in cui ciascuna tecnologia aziona la lente, queste combinazioni forniscono i risultati migliori. L'algoritmo può comunque essere modificato manualmente tramite **oeLiquidLensAutofocusAlgorithm**.

Algoritmo lineare

Con l'algoritmo **Lineare** la lente liquida esegue uno sweep sull'intervallo di controllo e viene acquisito un numero fisso di frame; il frame che produce l'immagine più nitida determina la messa a fuoco ottimale. Il numero di frame viene impostato con la funzionalità **oeLiquidLensAutofocus-FrameCount**.

Quando si utilizza una lente **Corning® Varioptic®**, la funzionalità **oeLiquidLensAutofocusDelay** imposta il ritardo (in microsecondi) inserito tra l'inizio del burst di acquisizione e le operazioni della lente, in modo che lo sweep di tensione della lente e l'acquisizione dei frame rimangano allineati. Si tratta di un requisito dipendente dalla tecnologia: a differenza delle lenti Optotune®, che rispondono direttamente a ogni comando di corrente/potenza emesso dalla camera, una lente Corning® Varioptic® esegue la propria rampa di tensione interna con una latenza di avvio che, pur essendo deterministica per un dato insieme di condizioni operative, dipende dal tempo di esposizione, dal framerate e dal numero di frame utilizzati dall'autofocus; il ritardo compensa questa latenza in modo che ogni frame acquisito corrisponda al punto previsto dello sweep. Può essere regolato se il frame più nitido appare sistematicamente spostato rispetto alla posizione di messa a fuoco ottimale attesa.

NOTA: **oeLiquidLensAutofocusDelay** è disponibile solo con lenti Corning® Varioptic® e l'algoritmo Lineare. Non viene utilizzato dalle lenti Optotune® né dall'algoritmo Iterativo, che allinea ogni sonda alla propria acquisizione tramite **oeLiquidLensAutofocusSettleTime**.

Le prestazioni dell'autofocus dipendono dalla sua configurazione:

1. Minore è l'intervallo di controllo, maggiore è la precisione.
2. Minore è l'AOI, più rapido è il tempo di messa a fuoco.
3. Minore è il tempo di esposizione, maggiore è la precisione e più rapido è il tempo di messa a fuoco.
4. Maggiore è il numero di frame, maggiore è la precisione ma più lento è il tempo di messa a fuoco.

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

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

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

Per le lenti Optotune®, il parametro **defocus** (espresso in diottrie) è una figura di merito che indica se la configurazione produrrà un risultato accurato; più alto è il valore di defocus, peggiore è la precisione di messa a fuoco:

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

dove,

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

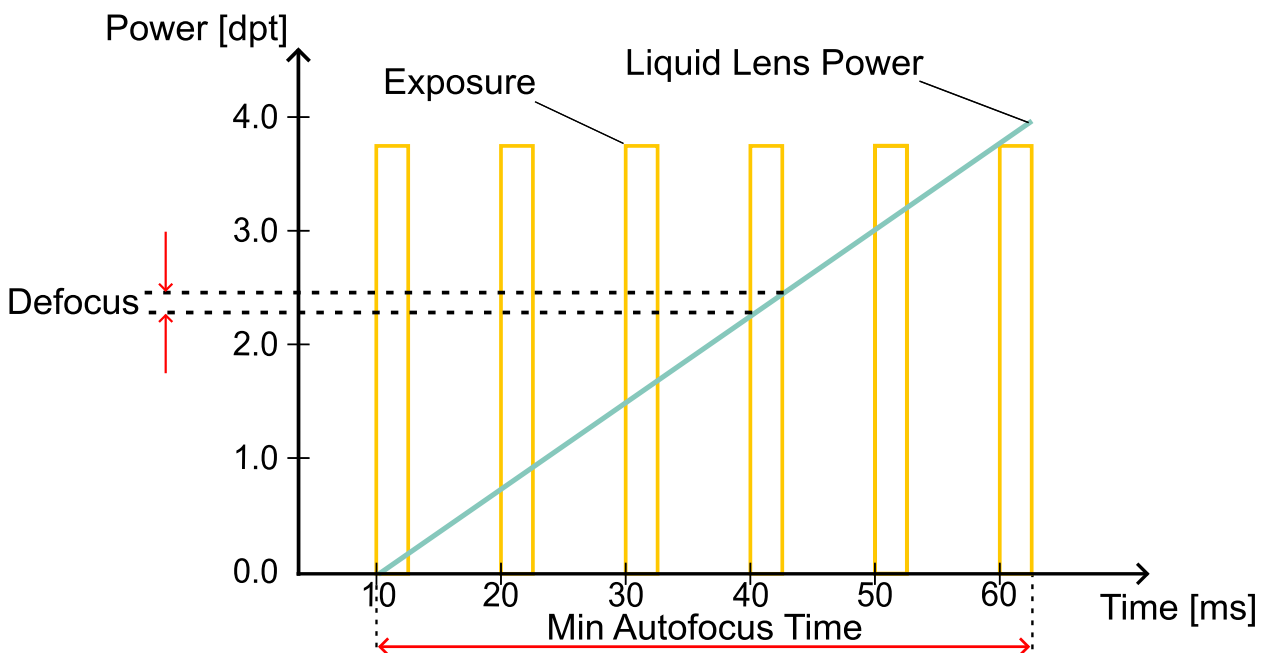


Figure 129: Principio di funzionamento dell'autofocus: sono rappresentati il tempo di esposizione e il comportamento della lente liquida. La lente liquida esegue uno sweep sull'intervallo di controllo.

NOTA: Il tempo di messa a fuoco è variabile e sempre maggiore del Min Autofocus Time. Dipende dalle impostazioni della camera e dal tempo necessario per scaricare l'ultimo frame prima dell'avvio dell'autofocus.

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

NOTA: Per una maggiore precisione, è possibile implementare un comportamento **dual-pass** tramite l'SDK. Prima un passaggio grossolano aiuta a determinare la regione di messa a fuoco ottimale, poi un passaggio fine fornisce un risultato più preciso. Ciò può essere ottenuto agendo sull'intervallo di controllo. L'**Iterative algorithm** descritto di seguito fornisce un analogo affinamento da grossolano a fine direttamente nella camera.

Algoritmo iterativo

Con l'algoritmo **Iterativo** la camera non acquisisce un burst fisso sull'intero intervallo. Invece, sonda l'intervallo di controllo in modo adattivo: ogni sonda acquisisce un singolo frame e, in base alla nitidezza misurata, l'intervallo di ricerca viene progressivamente ristretto verso la regione di messa a fuoco ottimale tramite un approccio golden-section. Una volta che l'intervallo è sufficientemente piccolo, il risultato viene raffinato a precisione sub-frame. In genere questo permette di raggiungere la messa a fuoco ottimale con meno frame rispetto a uno sweep completo.

L'algoritmo Iterativo viene configurato con le seguenti funzionalità (l'AOI e l'intervallo di controllo sono condivisi con l'algoritmo Lineare):

- **oeLiquidLensAutofocusTolerance:** soglia di convergenza sulla larghezza dell'intervallo di ricerca; la ricerca si interrompe quando l'intervallo diventa più piccolo di questo valore. Una tolleranza minore produce un risultato più preciso ma richiede più sonde. Il valore è espresso in volt [V] per le lenti Corning® Varioptic®, milliampere [mA] per le lenti Optotune®.
- **oeLiquidLensAutofocusMaxIterations:** limite superiore al numero di passi di ricerca grossolana. La ricerca può anche terminare prima, non appena viene soddisfatta la tolleranza. Rappresenta un limite di sicurezza sul tempo di messa a fuoco.
- **oeLiquidLensAutofocusSettleTime:** ritardo (in microsecondi) inserito prima di ogni esposizione di sonda, in modo che la lente possa assestarsi dopo la variazione del valore di controllo. Aumentare questo valore se la lente è lenta a stabilizzarsi.

NOTA: Per ottenere un risultato nitido, impostare prima **oeLiquidLensAutofocusSettleTime:** se è inferiore al tempo necessario alla lente per raggiungere il valore di controllo impostato, ogni frame viene misurato mentre la lente è ancora in movimento e la messa a fuoco ottimale stimata risulta distorta, indipendentemente dalle altre impostazioni. Scegliere quindi **oeLiquidLensAutofocusMaxIterations** in modo coerente con l'intervallo start/stop e **oeLiquidLensAutofocusTolerance:** poiché ogni passo grossolano riduce l'intervallo di ricerca a circa il 60% della sua larghezza, le iterazioni devono essere sufficienti affinché l'intervallo raggiunga la tolleranza sull'intervallo selezionato, altrimenti la ricerca si interrompe mentre è ancora grossolana.

6.18 OE Defective Pixel Correction Control

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

Funzionalità	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 del pixel difettoso corrente	Integer	RW
oeDefectivePixelYCoordinate	Rappresenta la coordinata verticale del pixel difettoso corrente	Integer	RW
oeDefectivePixelWriteMap	Scrive la mappa dei pixel difettosi nella memoria non volatile della camera	Command	RW

Table 50: Funzionalità di OE Defective Pixel Correction Control

6.18.1 Correzione dei pixel difettosi

I sensori di immagine possono essere soggetti a degradazione dei pixel per molteplici cause (temperatura, invecchiamento, raggi cosmici, radiazioni ionizzanti e così via).

Un possibile modo per ovviare a questi effetti è adottare una strategia di correzione dei pixel difettosi. Questa consiste nel sostituire il valore del pixel difettoso con quello di un pixel vicino integro. Tale algoritmo viene eseguito in tempo reale nella pipeline di acquisizione della camera e si basa su una tabella delle 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 illustrata solo la correzione del singolo pixel difettoso.

oeDefectivePixelCount indica il numero effettivo di pixel difettosi corretti nella camera. Le coordinate dei pixel difettosi possono essere visualizzate nei 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. Si consideri un pixel difettoso alle coordinate (4,2) (vedere Fig.130). 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 **oeDefectivePixelXCoordinate** e **oeDefectivePixelYCoordinate** non inizializzati (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 a bordo con il comando **oeDefectivePixelWriteMap**;

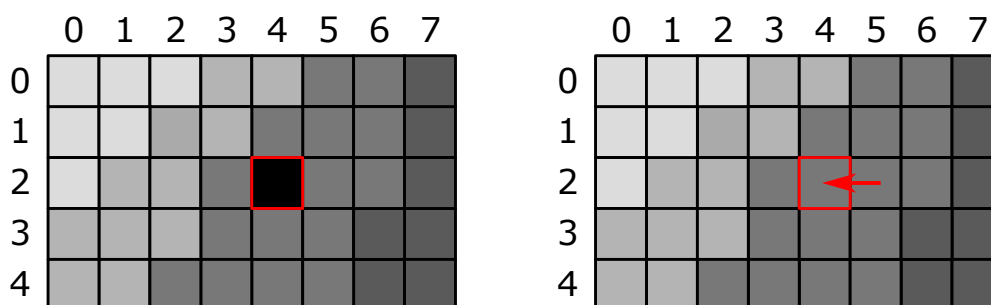


Figure 130: (A sinistra) Presenza di un pixel morto alle coordinate (4,2). (A destra) Correzione dell'errore tramite l'algoritmo del pixel vicino più prossimo.

Nel caso di camere a colori, l'algoritmo di correzione del colore tiene conto del fatto che il pixel adiacente ha un'informazione cromatica diversa; la correzione viene quindi eseguita con il pixel successivo avente la stessa informazione cromatica, come illustrato in Fig.131.

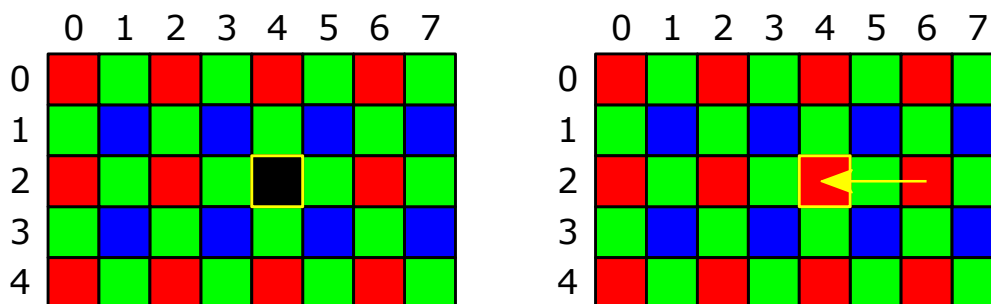


Figure 131: (A sinistra) Presenza di un pixel morto alle coordinate (4,2). (A destra) Correzione dell'errore tramite l'algoritmo del pixel vicino più prossimo (ma con la stessa informazione cromatica).

6.19 Test Control

Contiene le funzionalità relative al controllo delle funzioni di test.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
TestEventGenerate	Genera un evento di test	ICommand	W

Table 51: Funzionalità di Test Control

6.20 Transport Layer Control

Questa sezione fornisce le funzionalità di Transport Layer control.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
PayloadSize	Fornisce il numero di byte trasferiti per ogni immagine o chunk sul canale stream	Integer	R
PtpEnable	Abilita il Precision Time Protocol (PTP)	Boolean	RW
oePtpOffsetFromUtc	Abilita l'applicazione dell'offset UTC IEEE 1588 corrente al tempo di uscita	Boolean	RW
PtpDataSetLatch	Aggiorna i valori correnti dal data set dell'orologio PTP del dispositivo	Command	W
PtpStatus	Restituisce lo stato aggiornato dell'orologio PTP	Enumeration	R
PtpServoStatus	Restituisce lo stato aggiornato del servo dell'orologio	Enumeration	R
PtpOffsetFromMaster	Restituisce l'offset aggiornato dall'orologio master PTP in nanosecondi	Integer	R
PtpClockID	Restituisce l'ID orologio aggiornato del dispositivo PTP	Integer	R
PtpParentClockID	Restituisce l'ID orologio padre aggiornato del dispositivo PTP	Integer	R
PtpGrandmasterClockID	Restituisce l'ID orologio grandmaster aggiornato del dispositivo PTP	Integer	R
GevSupportedOptionSelector	Seleziona l'opzione GEV da interrogare per verificarne il supporto	Enumeration	RW
GevSupportedOption	Restituisce se l'opzione GEV selezionata è supportata	Boolean	R
GevInterfaceSelector	Seleziona quale collegamento logico controllare	Integer	RW
GevMACAddress	Indirizzo MAC del collegamento logico	Integer	R
GevCurrentIPConfigurationLLA	Controlla se lo schema di configurazione IP Link Local Address è attivato sul collegamento logico specificato	Boolean	RW

GevCurrentIPConfigurationDHCP	Controlla se lo schema di configurazione IP DHCP è attivato sul collegamento logico specificato	IBoolean	RW
GevCurrentIPConfigurationPersistentIP	Controlla se lo schema di configurazione PersistentIP è attivato sul collegamento logico specificato	IBoolean	RW
GevCurrentIPAddress	Riporta l'indirizzo IP del collegamento logico specificato	Integer	R
GevCurrentSubnetMask	Riporta la subnet mask del collegamento logico specificato	Integer	R
GevCurrentDefaultGateway	Riporta l'indirizzo IP del gateway predefinito del collegamento logico specificato	Integer	R
GevPersistentIPAddress	Controlla l'indirizzo IP persistente per questo collegamento logico	Integer	RW
GevPersistentSubnetMask	Controlla la subnet mask persistente associata all'indirizzo IP persistente su questo collegamento logico	Integer	RW
GevPersistentDefaultGateway	Controlla il gateway predefinito persistente per questo collegamento logico	Integer	RW
GevDiscoveryAckDelay	Indica il ritardo randomizzato massimo che il dispositivo attenderà prima di rispondere a un comando di discovery	Integer	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 messaggi	Integer	RW
GevMCTT	Fornisce il valore di timeout di trasmissione in millisecondi	Integer	RW
GevMCRC	Controlla il numero di ritrasmissioni consentite quando un messaggio del canale messaggi va in timeout	Integer	RW

GevMCSP	Questa funzionalità indica la porta sorgente per il canale messaggi	Integer	R
GevStreamChannelSelector	Seleziona il canale stream 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 dati o da cui un ricevitore GVSP può ricevere il flusso dati	Integer	R
GevSCPSFireTestPacket	Invia un pacchetto di test. Quando questa funzionalità è impostata, il dispositivo invia un pacchetto di test	Boolean	RW
GevSCPSDoNotFragment	Lo stato di questa funzionalità viene copiato nel bit "do not fragment" dell'intestazione IP di ogni pacchetto stream. Può essere usato dall'applicazione per impedire la frammentazione IP dei pacchetti sul canale stream	Boolean	RW
GevSCSPPacketSize	Questa funzionalità specifica di GigE Vision corrisponde a DeviceStreamChannelPacketSize e deve essere mantenuta sincronizzata con essa	Integer	RW
GevSCPD	Controlla il ritardo (in unità del contatore timestamp GEV) da inserire tra ogni pacchetto per questo canale stream	Integer	R
GevSCDA	Controlla l'indirizzo IP di destinazione del canale stream selezionato a cui un trasmettitore GVSP deve inviare il flusso dati o l'indirizzo IP di destinazione da cui un ricevitore GVSP può ricevere il flusso dati	Integer	RW
GevSCSP	Indica la porta sorgente del canale stream	Integer	R

Table 52: Funzionalità di Transport Layer Control

6.20.1 Precision Time Protocol (PTP)

PTP (Precision Time Protocol) è un protocollo di sincronizzazione degli orologi dello standard IEEE 1588. Consente di sincronizzare con precisione gli orologi di più camere GigE su una rete ethernet. La procedura PTP stabilisce che il dispositivo con l'orologio più preciso nella rete venga eletto come orologio grandmaster e gli altri dispositivi diventino slave. Gli slave sincronizzano periodicamente e automaticamente il proprio orologio direttamente con quello del master. Il risultato è che i valori dei timestamp sono allineati con il master sull'intera rete. Questo protocollo è descritto in dettaglio nel documento dello standard IEEE.

NOTA: Le camere Itala possono operare solo come slave (la modalità master non è implementata).

La funzionalità PTP deve essere abilitata se vengono utilizzati i **scheduled action commands** (6.12.2).

6.21 Sequencer Control

Questa sezione descrive tutte le funzionalità relative al Sequencer Control.

Funzionalità	Descrizione	Interfaccia	Accesso
SequencerMode	Controlla se il meccanismo sequencer è attivo	IEnumeration	RW
SequencerConfigurationMode	Controlla se la modalità di configurazione del sequencer è attiva	IEnumeration	RW
SequencerFeatureSelector	Seleziona quali funzionalità del sequencer controllare	IEnumeration	RW
SequencerFeatureEnable	Abilita la funzionalità selezionata e la rende attiva in tutti i sequencer	IBoolean	RW
SequencerSetSelector	Seleziona il set del sequencer a cui si applicano le impostazioni successive	IInteger	RW
SequencerSetSave	Salva lo stato corrente del dispositivo nel set del sequencer selezionato da SequencerSetSelector	ICommand	W
SequencerSetLoad	Carica nel dispositivo il set del sequencer selezionato da SequencerSetSelector	ICommand	W

SequencerSetActive	Contiene il set del sequencer attualmente attivo	Integer	R
SequencerSetStart	Imposta il set iniziale/di avvio del sequencer, ovvero il primo set utilizzato nel sequencer	Integer	RW
SequencerPathSelector	Seleziona a quale percorso di diramazione si applicano le impostazioni del percorso	Integer	RW
SequencerSetNext	Specifica il set successivo del sequencer	Integer	RW
SequencerTriggerSource	Specifica il segnale interno o la linea di ingresso fisico da utilizzare come sorgente di trigger del sequencer	Enumeration	RW
SequencerTriggerActivation	Specifica la modalità di attivazione del trigger del sequencer	Enumeration	RW

Table 53: Funzionalità di Sequencer Control

6.21.1 Panoramica del Sequencer

Lo scopo del Sequencer Control è consentire all'utente di definire una serie di set di funzionalità che possono essere attivati consecutivamente durante l'acquisizione. Ogni cambio di *sequencer set* viene attivato 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 fornito da **SequencerSetSelector**. È possibile configurare fino a 64 sequencer set.

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

Per configurare un *sequencer set* la camera deve essere commutata in modalità di configurazione tramite **SequencerConfigurationMode**. L'utente deve quindi selezionare il *sequencer set* desiderato da modificare con **SequencerSetSelector**. Dopo aver modificato tutte le impostazioni della camera necessarie, è possibile memorizzare tutte le impostazioni nel *sequencer set* selezionato tramite **SequencerSetSave**. L'utente può anche rileggere queste impostazioni tramite **SequencerSetLoad**.

Per consentire un utilizzo flessibile, sono disponibili fino a due percorsi per passare da un *sequencer*

set all'altro. Tale percorso viene selezionato tramite **SequencerPathSelector**. Ogni percorso e quindi la transizione tra diversi *sequencer set* si basa su un trigger definito e su un *sequencer set* di destinazione successivo selezionabile tramite **SequencerSetNext**. Dopo il verificarsi del trigger, le impostazioni del set successivo diventano attive.

Il trigger è definito dalle funzionalità **SequencerTriggerSource** (Tabella 55) e **SequencerTriggerActivation**.

NOTA: *SequencerTriggerActivation* è impostato su "RisingEdge" per impostazione predefinita e non può essere modificato.

Un *sequencer set* deve contenere i seguenti valori:

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

NOTA: *Se sono configurati due percorsi, Path 0 ha una priorità più alta rispetto a Path 1. Se due diversi SequencerTriggerSource si verificano contemporaneamente, la sorgente di trigger associata a Path 0 ha la precedenza.*

Le funzionalità disponibili nel Sequencer Control sono riepilogate nella Tabella 54, mentre la Tabella 55 dettaglia le opzioni di **SequencerTriggerSource** supportate dalle camere Itala:

Funzionalità	Nota
ExposureTime	
CounterDuration	Solo Counter0 è configurato
OffsetX	È necessario pre-configurare una ROI appropriata
OffsetY	È necessario pre-configurare una ROI appropriata
Gain	
oeLiquidLensCurrent	oeLiquidLensMode deve essere impostato su CurrentMode
oeLiquidLensPower	oeLiquidLensMode deve essere impostato su PowerMode

Table 54: Funzionalità disponibili per le operazioni di Sequencer Control

Funzionalità	Nota
Off	Disabilita il trigger del sequencer
ExposureEnd	Parte alla ricezione di ExposureEnd
Counter0End	Parte alla ricezione di Counter0End
Timer0End	Parte alla ricezione di Timer0End
Encoder0	Parte alla ricezione del segnale di uscita dell'encoder

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

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

NOTA: Le impostazioni correnti della camera vengono sovrascritte quando viene caricato un sequencer set.

7 CASI D'USO

7.1 Esempi di collegamento

7.1.1 Attivazione della telecamera tramite un dispositivo esterno

Per attivare le telecamere Itala in un sistema di visione artificiale, è necessario eseguire i collegamenti appropriati.

Considerando il circuito del pin di ingresso opto-isolato (sezione 5.7), i possibili collegamenti sono illustrati in Figura 132.

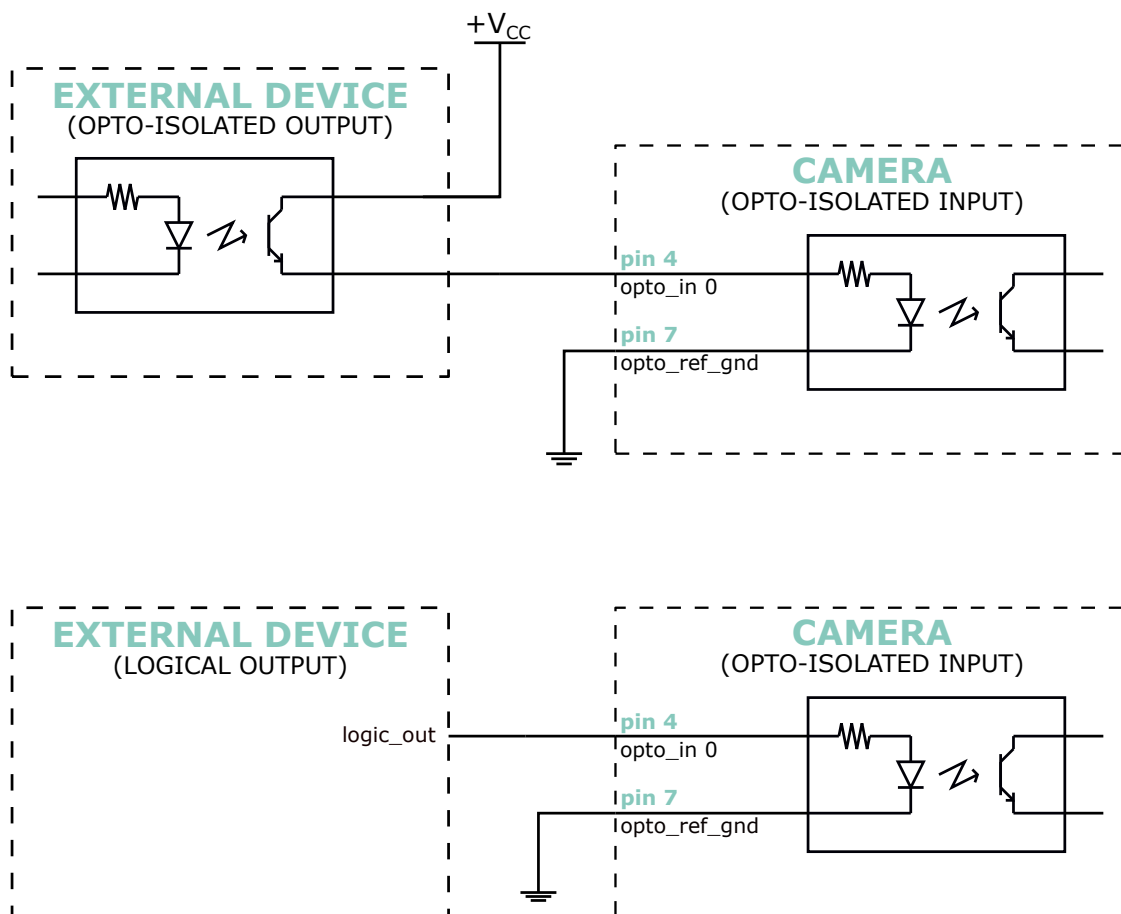


Figure 132: Figura in alto: la telecamera è attivata da un dispositivo esterno opto-isolato.
 Figura in basso: la telecamera è attivata da un pin di uscita logico.

Quando la telecamera Itala è attivata da un dispositivo esterno **opto-isolato**, il pin di ingresso della telecamera può essere collegato direttamente al pin di uscita del dispositivo di trigger.

In questo caso lo stadio di uscita del trigger agisce come un 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, commutandone lo stato e attivando quindi la telecamera.



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

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

Quando la telecamera Itala è attivata da un pin **logico** esterno (ad es. TTL), il pin di uscita può comunque essere collegato al pin di ingresso opto-isolato della telecamera: in questo caso il pin di uscita logico deve essere in grado di attivare lo stadio di ingresso opto-isolato, ovvero il livello logico alto deve essere superiore alla tensione di soglia dell'opto-acoppiatore (vedere sezione 5.2). Inoltre, il pin di uscita deve avere una capacità di pilotaggio adeguata per commutare lo stadio di ingresso opto-isolato.

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 i collegamenti appropriati.

Considerando il circuito del pin di uscita opto-isolato (sezione 5.7), i possibili collegamenti sono illustrati in Figura 133.

Quando la telecamera Itala attiva un dispositivo esterno **opto-isolato**, il pin di uscita della telecamera può essere collegato direttamente al pin di ingresso del dispositivo da attivare.

In questo caso lo stadio di uscita agisce come un interruttore: quando viene generato il segnale di sincronizzazione, l'interruttore si chiude e l'alimentazione esterna ($+V_{CC}$) viene fornita al dispositivo esterno, commutandone lo stato e attivandolo.



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

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

Al contrario, quando la telecamera Itala attiva un pin **logic** esterno (ad es. TTL), il pin di uscita può comunque essere collegato al pin di ingresso opto-isolato della telecamera con alcune precauzioni: è necessaria una resistenza esterna per portare a massa il pin di ingresso quando l'uscita opto-isolata non è attiva.



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

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



ATTENZIONE: Verificare sempre la compatibilità tra $+V_{CC}$ e le tensioni massime ammesse dal pin logico.

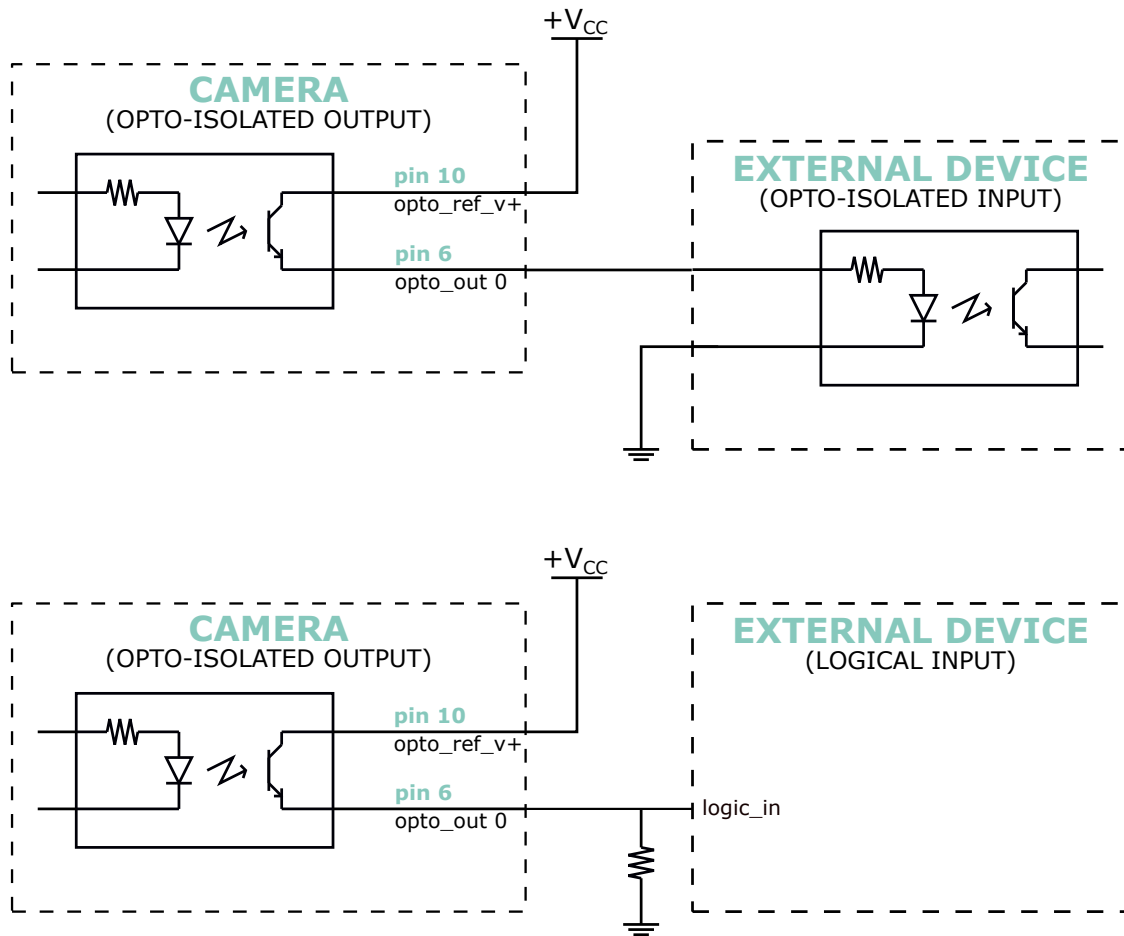


Figure 133: Figura in alto: la telecamera attiva un dispositivo esterno opto-isolato. Figura in basso: la telecamera attiva un pin di ingresso logico.

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 di Itala.

Ad esempio, si consideri di generare un impulso di uscita su **Line2**, con durata pari a 1ms e ritardato di $100\mu\text{s}$, attivato dalla funzionalità *Exposure End*. Questo scenario è illustrato in Figura 134.

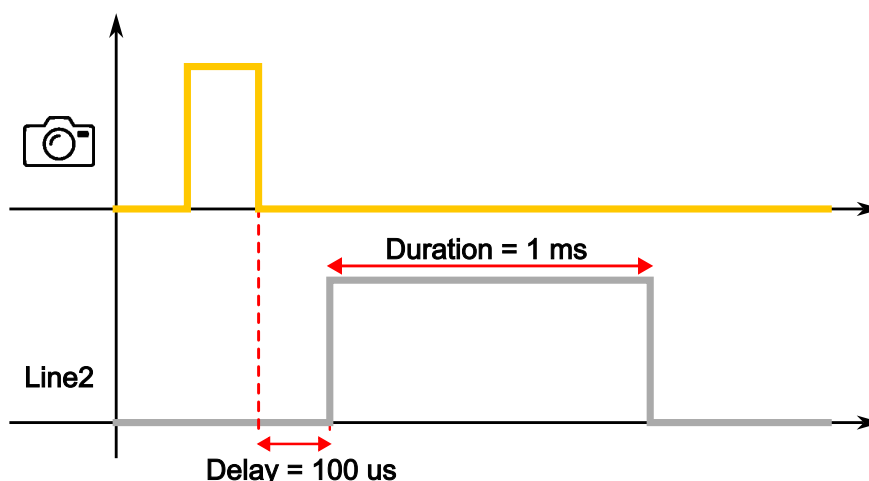


Figure 134: Scenario di esempio: un impulso di uscita di 1ms (con ritardo di $100\mu\text{s}$) viene generato al termine del tempo di esposizione.

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

1. Timer configurazione

- Selezionare uno dei timer tramite la funzionalità *Timer Selector* (ad es. *Timer 0*).
- Selezionare la voce *Exposure End* per la funzionalità *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 tramite la funzionalità *Line Selector* (ad es. *Line 2*).
- Selezionare la voce *Timer 0 Active* per la funzionalità *Line Source*.

Se si utilizza Itala View, la configurazione descritta è mostrata in Figura 135.

In particolare, la configurazione del Timer è evidenziata da riquadri verdi, mentre la configurazione Digital IO da quelli gialli.

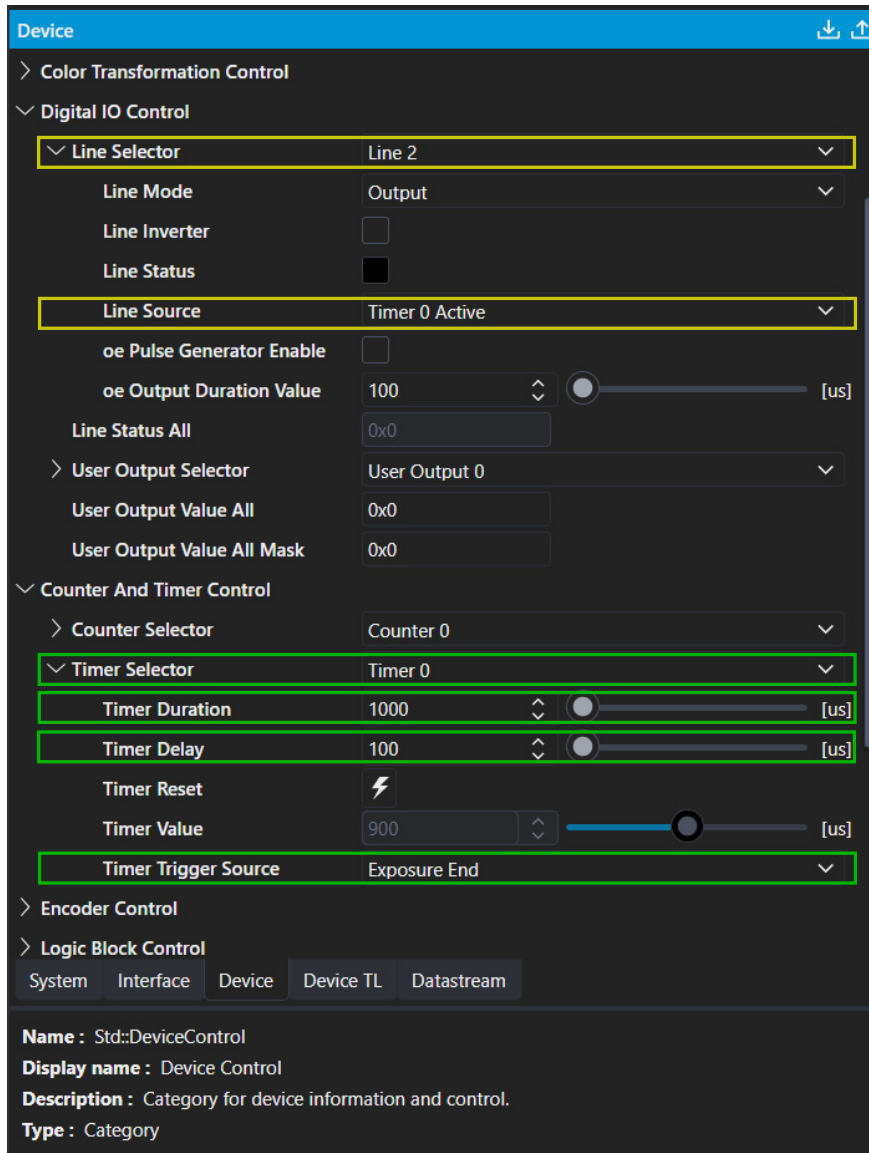


Figure 135: Implementazione di un impulso di uscita ritardato tramite Itala View

7.3 Gestione della larghezza di banda di streaming

Itala consente di selezionare (e regolare) il framerate di acquisizione complessivo dal sensore di immagine: in particolare, la funzionalità personalizzata GenICam coinvolta nelle impostazioni di throughput del sensore è **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**.

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

In questa configurazione, il framerate di acquisizione è limitato dalla larghezza di banda del collegamento gigabit.

Le impostazioni del sensore (come la logica di trigger, i periodi di blanking, ecc.) vengono calcolate automaticamente in modo da corrispondere al throughput del collegamento gigabit, ovvero 1 Gbps.

Questo scenario è illustrato in Figura 136: i frame, rappresentati da blocchi turchese, vengono acquisiti dal sensore di immagine e memorizzati nel buffer interno della telecamera, quindi letti dall'applicazione utente.

La Figura 136 mostra anche il comportamento del buffer di immagine a bordo: poiché la velocità di *lettura* è sempre uguale alla velocità di *scrittura*, non è possibile che la memoria interna si riempi completamente.

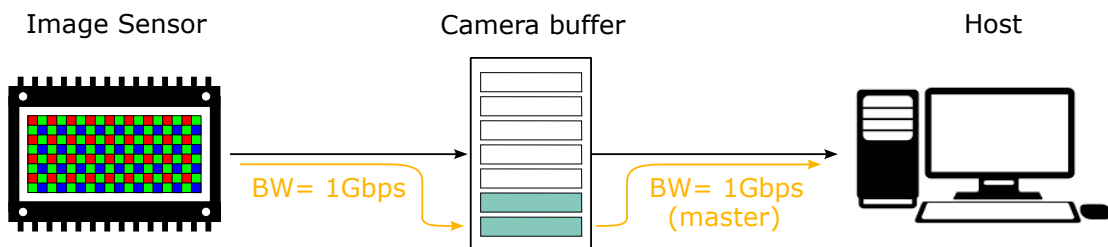


Figure 136: Quando *oeAcquisitionFrameRateLimitMode* = *oeLinkThroughput*, il throughput del sensore viene regolato automaticamente in modo da corrispondere alla larghezza di banda gigabit.

Al contrario, quando *oeAcquisitionFrameRateLimitMode* è impostato su **oeSensorThroughput**, il driver della larghezza di banda di acquisizione diventa il sensore di immagine, come illustrato in Fig 137.

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

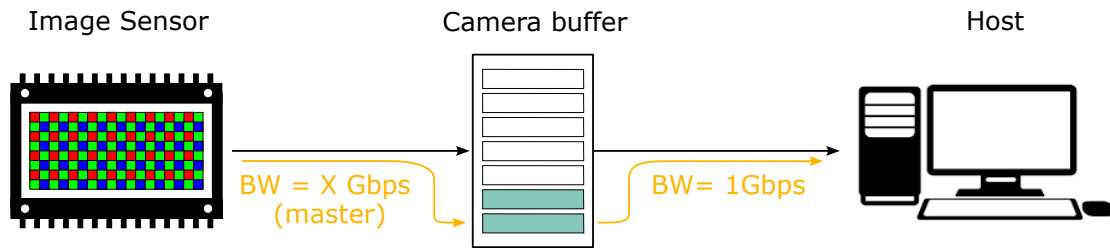


Figure 137: Quando $oeAcquisitionFrameRateLimitMode = oeSensorThroughput$, la larghezza di banda di acquisizione è completamente indipendente dalla larghezza di banda del collegamento.

Poiché la velocità di *scrittura* può essere superiore alla velocità di *lettura*, il buffer di immagine interno della telecamera può saturarsi, come illustrato in Fig 138. Quando si verifica questa condizione, può comparire un effetto di ritardo durante la visualizzazione dei frame acquisiti. Questo scenario è quasi sempre presente quando Itala è in modalità di acquisizione free-run e $oeAcquisitionFrameRateLimitMode$ è impostato su $oeSensorThroughput$.

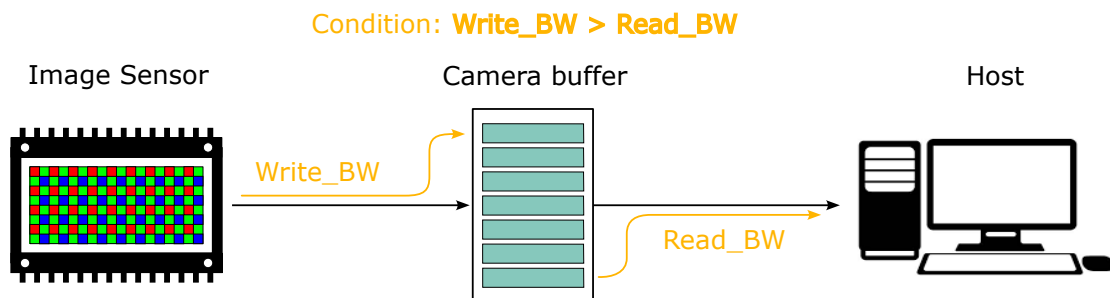


Figure 138: Quando $oeAcquisitionFrameRateLimitMode = oeSensorThroughput$, la condizione di *buffer pieno* può verificarsi se la larghezza di banda di scrittura è superiore a quella di lettura.

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

In questo caso, è possibile acquisire immagini dal sensore a framerate molto elevato e memorizzarle nel buffer di memoria interno (Fig 139a), mentre la lettura può avvenire successivamente con la minore larghezza di banda gigabit (Fig 139b).

Un fattore importante da considerare è la dimensione finita del buffer interno: il numero di frame memorizzabili in memoria dipende strettamente da due parametri: *risoluzione dell'immagine* e *formato pixel*.

Il numero massimo di frame acquisibili prima della saturazione del buffer è espresso dalla seguente

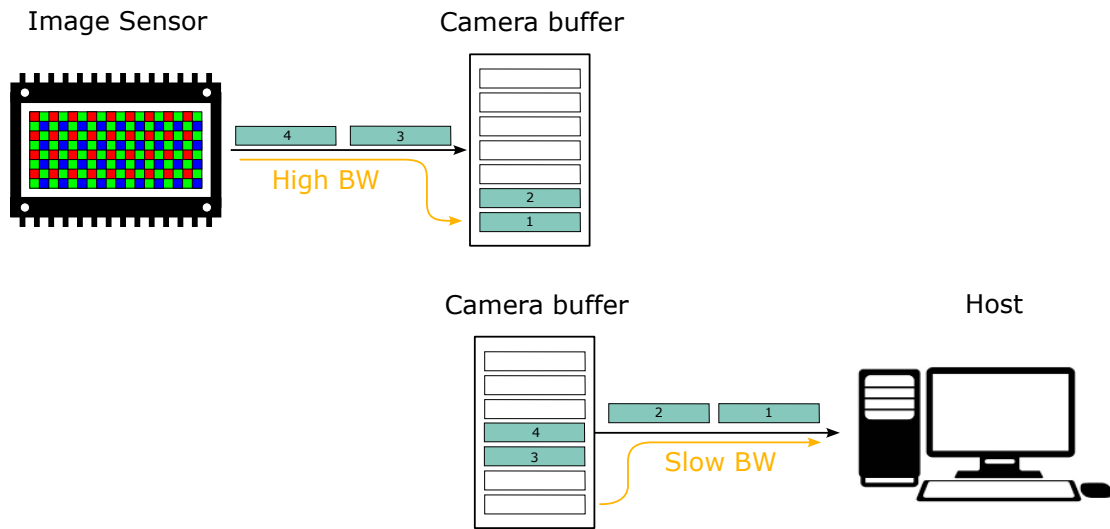


Figure 139: (a) Prima fase: l'acquisizione burst è abilitata per acquisire più frame con un unico segnale di trigger in ingresso. (b) Seconda fase: le immagini possono essere trasferite dalla telecamera all'host a un framerate inferiore.

formula:

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

dove:

- *Buffer Size* è la dimensione del buffer di memoria interno (vedere sezione 5.1 per le 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 ciascun singolo pixel dell'immagine.

La Tabella 56 riassume brevemente il valore di *Bit per Pixel* per ciascun formato pixel supportato dalle telecamere 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: Riepilogo del valore Bit per Pixel per ciascun formato pixel supportato dalle telecamere Itala

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

NOTA: Nel seguente esempio viene considerato il caso peggiore, in cui il trasferimento dei frame all'applicazione host inizia **dopo** la fine dell'acquisizione burst.

NOTA: Nel seguente esempio viene considerata una dimensione del buffer pari a 384 Mb (ovvero 3072 Mbit). La dimensione effettiva del buffer è disponibile nella sezione 5.1.

Considerando un sensore di immagine da **12 Megapixel** e un formato pixel impostato su **Mono8**, il numero massimo di frame acquisibili prima della saturazione sarà pari a:

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

Una telecamera con lo stesso sensore, impostata per lavorare con il formato pixel **RGB8**, avrà una dimensione massima del burst pari a:

$$MaxBurstSize = \frac{3072Mbit}{12Mpixel * 24} = 10frames \quad (18)$$

7.4 Compatibilità con Cognex Vision Pro

Questa è una breve guida tecnica per illustrare come configurare Cognex Vision Pro con Itala. Seguire i seguenti passaggi:

1. Collegare la telecamera.
2. Verificare che la configurazione IPv4 e la modalità IP della telecamera siano corrette.
3. Aprire *Cognex GigE Vision Configuration*.
4. Verificare che il *driver Performance* sia installato.

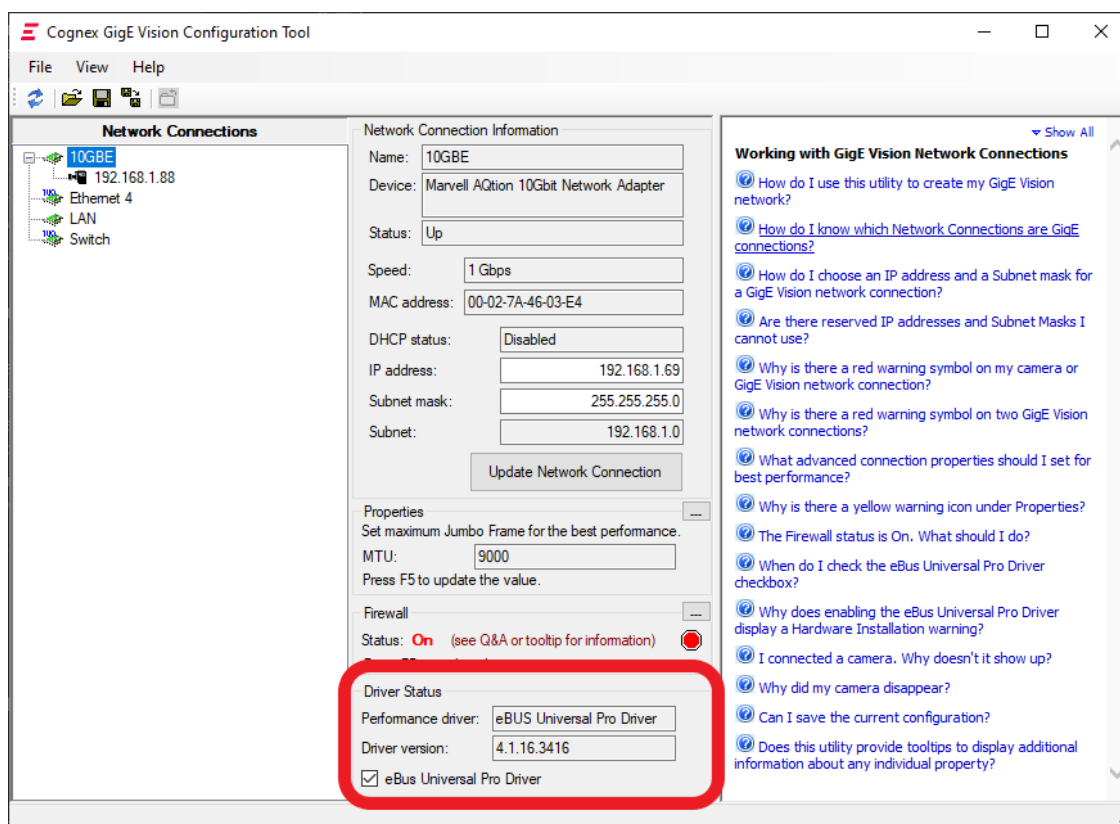


Figure 140: PASSO 4 - Finestra *Cognex GigE Vision Configuration Tool*.

5. Aprire *VisionPro QuickBuild*.

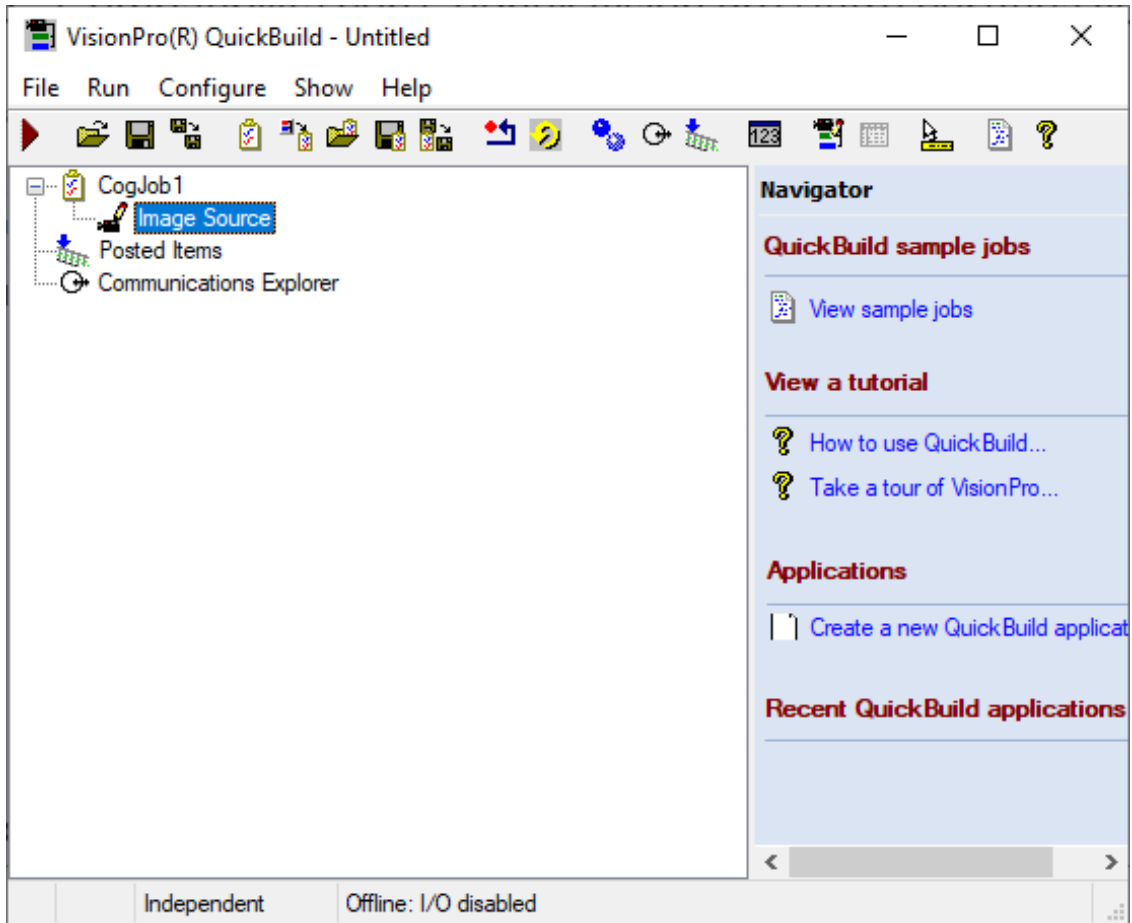
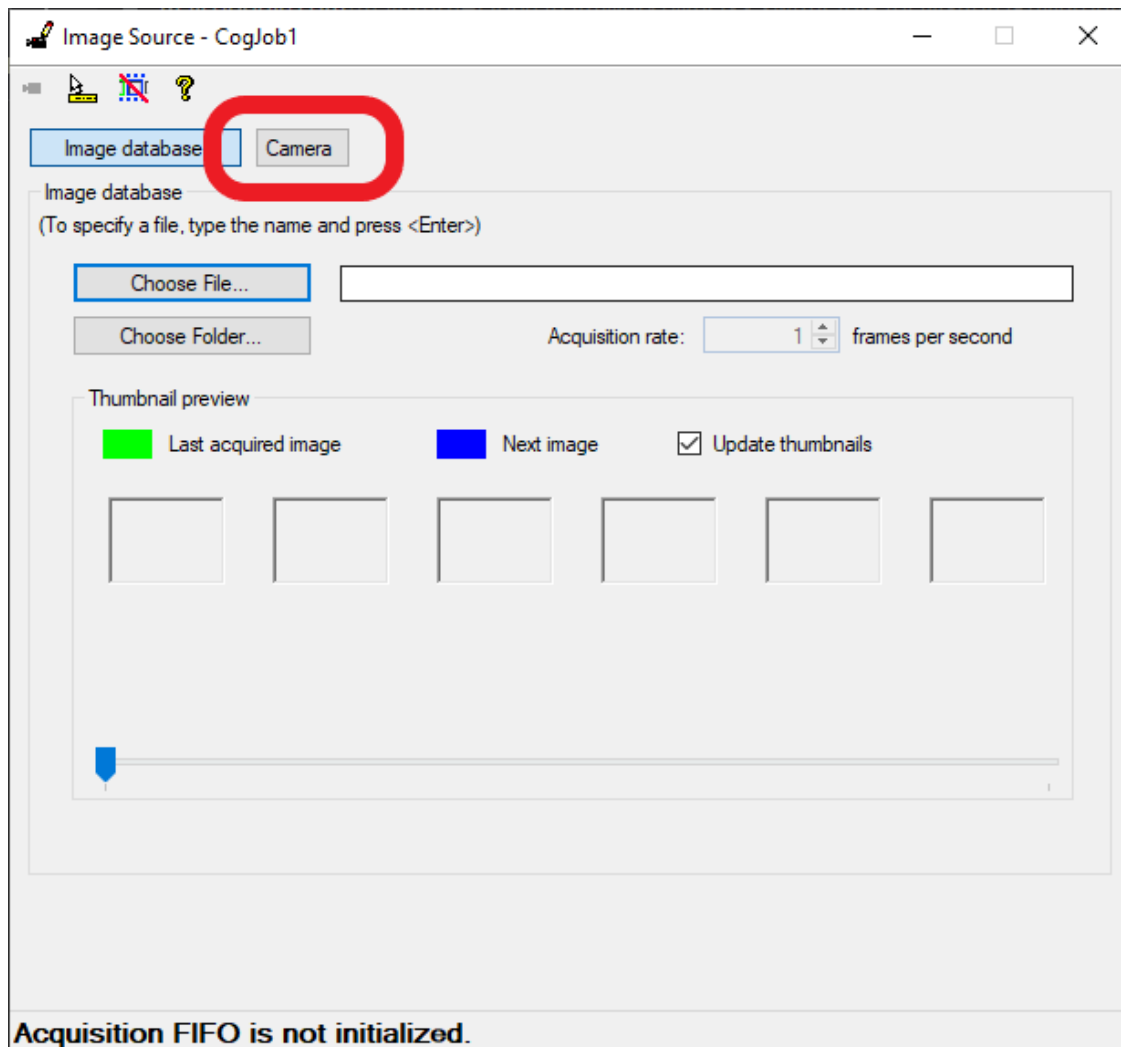


Figure 141: PASSO 5 - Finestra *VisionPro QuickBuild*.

6. Fare doppio clic su *Image Source*.
7. Si apriranno due finestre. Nella finestra *Image Source*, fare clic sul pulsante *Camera*.

Figure 142: PASSO 7 - Finestra *Image Source*.

8. Dalla casella combinata selezionare la voce che inizia con *GigEVision*.

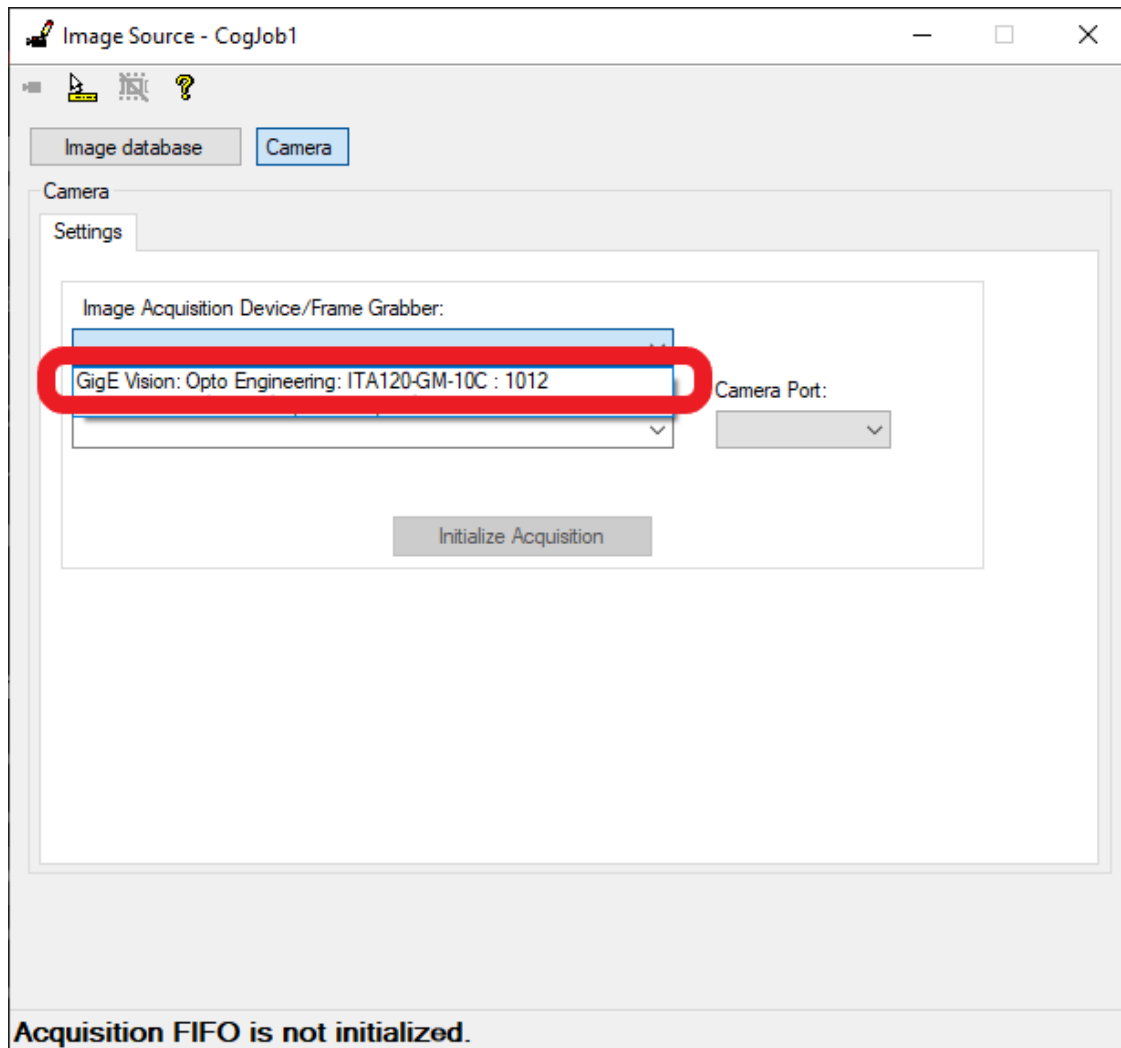


Figure 143: PASSO 8 - Finestra *Image Source*, selezione *Image Acquisition Device*.

9. Fare clic sulla freccia discendente nel campo *Video Formats* e selezionare il formato pixel desiderato.

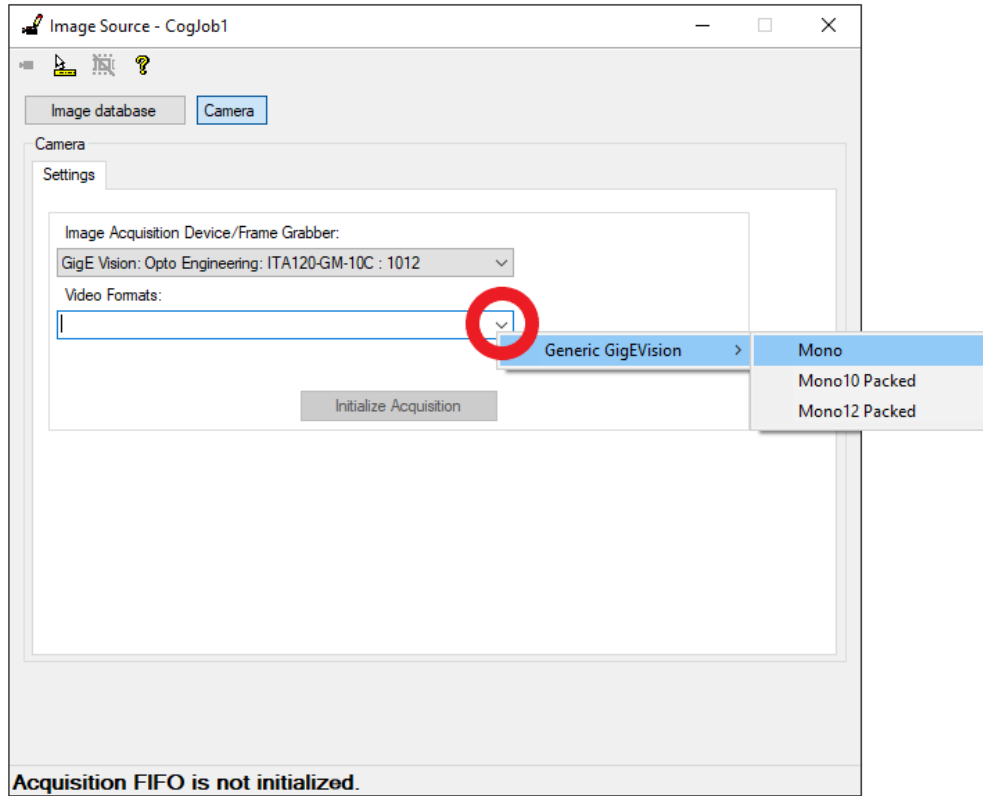


Figure 144: PASSO 9 - Finestra *Image Source*, selezione *Video Formats*.

10. Fare clic su *Initialize Acquisition*.

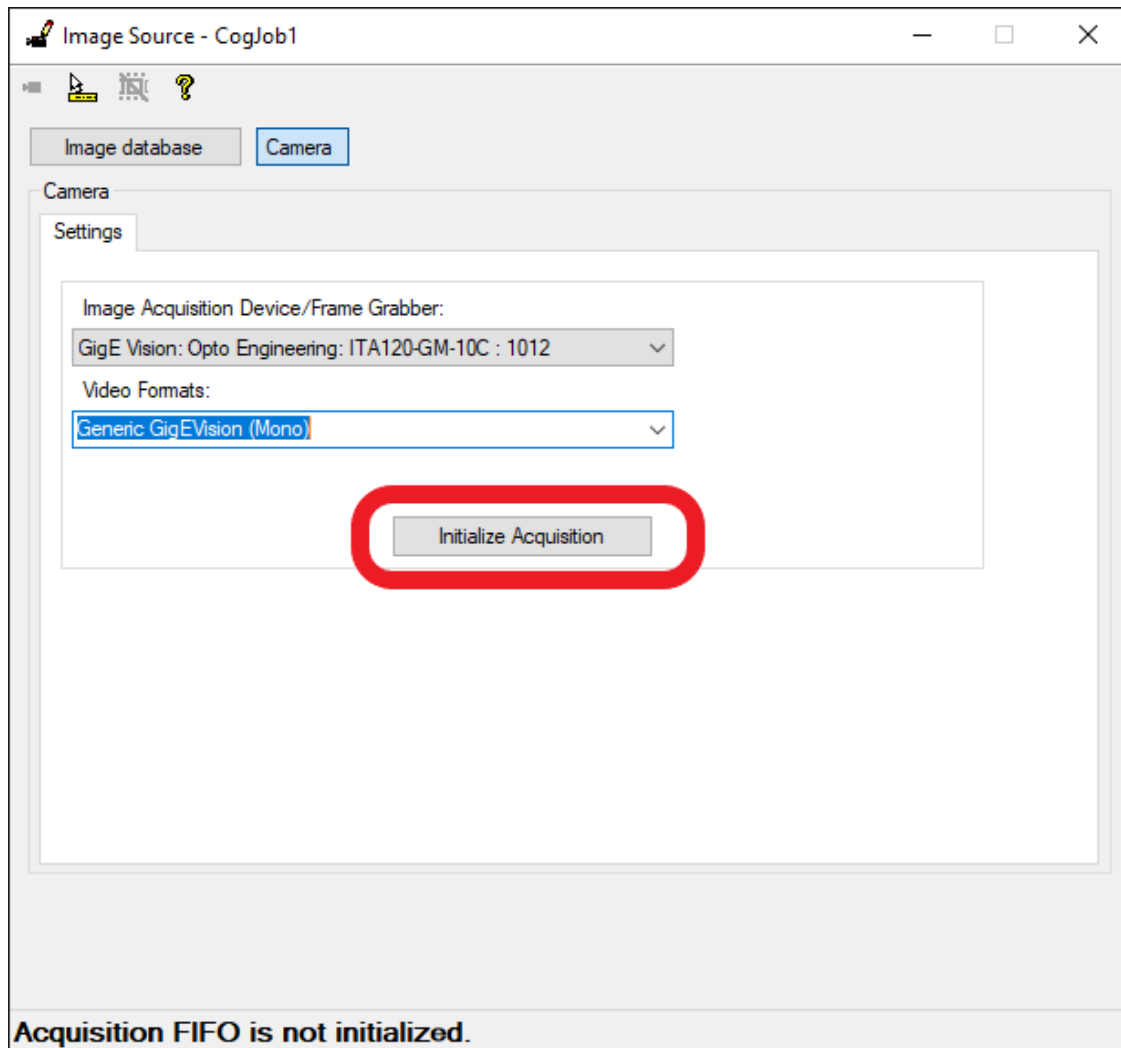


Figure 145: PASSO 10 - Finestra *Image Source*, *Initialize Acquisition*.

11. Per un'anteprima live, fare clic sull'icona della telecamera nell'angolo in alto a sinistra della finestra. È possibile impostare anche il tempo di esposizione, la modalità trigger e altre impostazioni come i ROI.

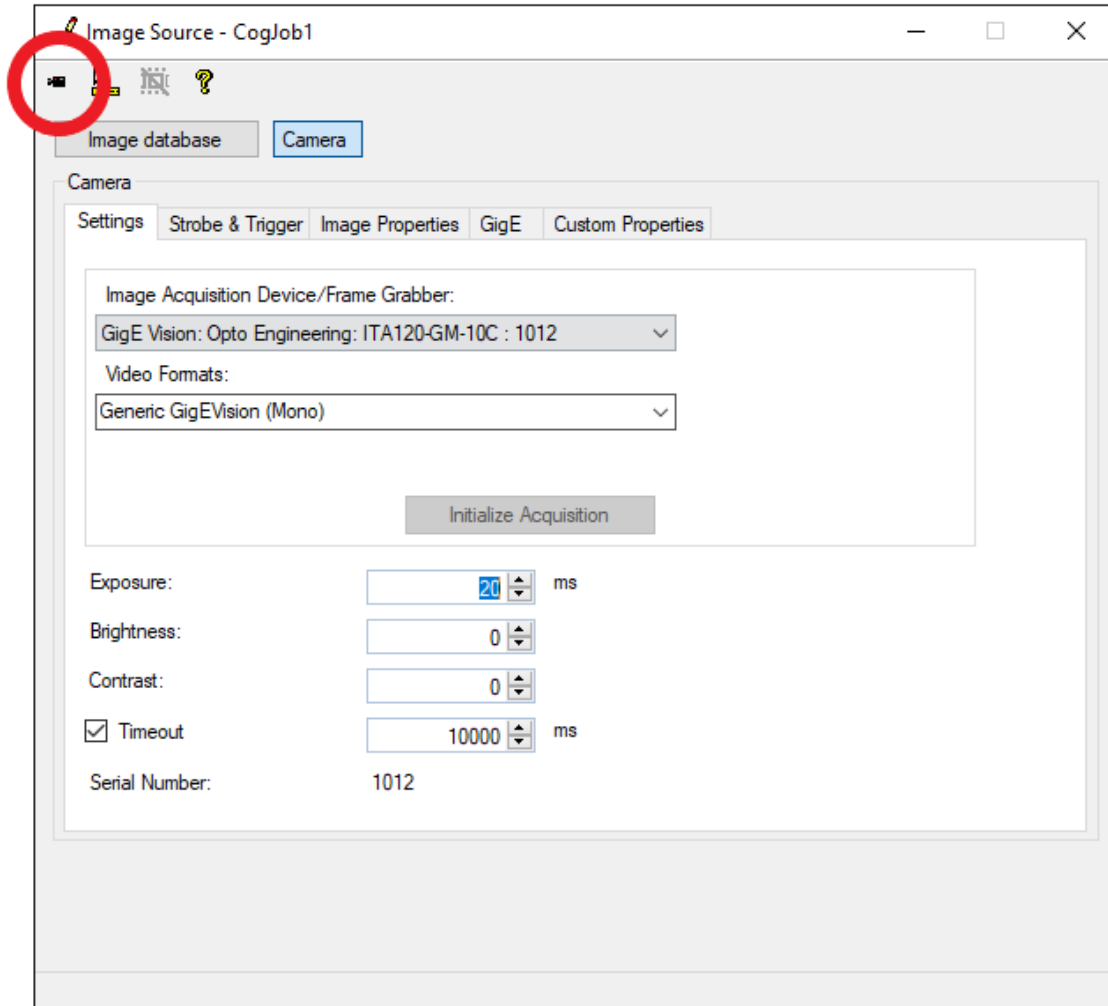


Figure 146: PASSO 11 - Finestra *Image Source*, *Live Preview*.

7.5 Esempio di configurazione del controllo sequenziale

In questo esempio, viene definita una sequenza di acquisizione con quattro tempi di esposizione diversi sul dispositivo, in cui l'ultimo passo viene ripetuto cinque volte.

Tutta la configurazione viene eseguita direttamente sul dispositivo, quindi una volta completata la configurazione e avviata l'acquisizione, il dispositivo stesso applicherà le modifiche ai parametri quando necessario. L'applicazione host dovrà quindi solo acquisire le immagini. Ciò consente di ottenere un framerate complessivo molto più elevato rispetto all'applicazione delle modifiche frame per frame dall'applicazione host.

Il risultato sarà il seguente diagramma di flusso:

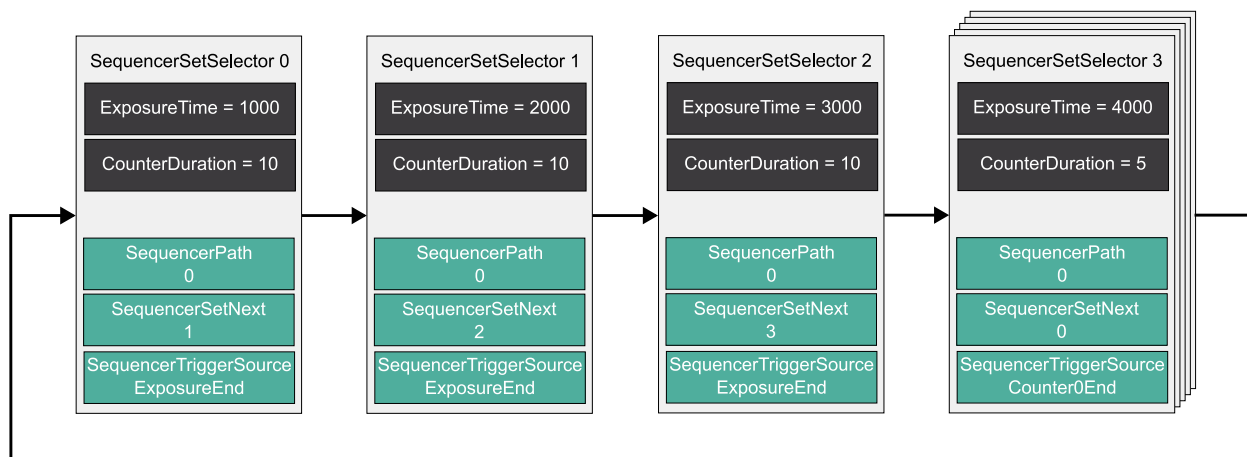


Figure 147: Diagramma di flusso dell'esempio di controllo sequenziale.

Alcune specifiche riguardanti la funzionalità dei percorsi del sequencer:

- Un percorso è inattivo non appena il **SequencerTriggerSource** è Off.
- Se entrambi i percorsi sono inattivi o nessuno dei **SequencerTriggerSource** viene attivato, il sequencer rimarrà nel set corrente.
- Se il **SequencerTriggerSource** di entrambi i percorsi viene attivato, verrà seguito il percorso il cui trigger si è verificato per primo.

7.5.1 Utilizzo dei percorsi del sequencer

È possibile definire set con un massimo di due percorsi attivi. Il seguente diagramma mostra un esempio che utilizza le funzionalità **ExposureTime** e **oeLiquidLensPower**, in cui due percorsi sono definiti in "Set 0" e "Set 1":

- "Set 0" e "Set 1" si ripetono in loop a ogni "ExposureEnd" seguendo il Percorso 0. Quando 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 sar  il seguente diagramma di flusso:

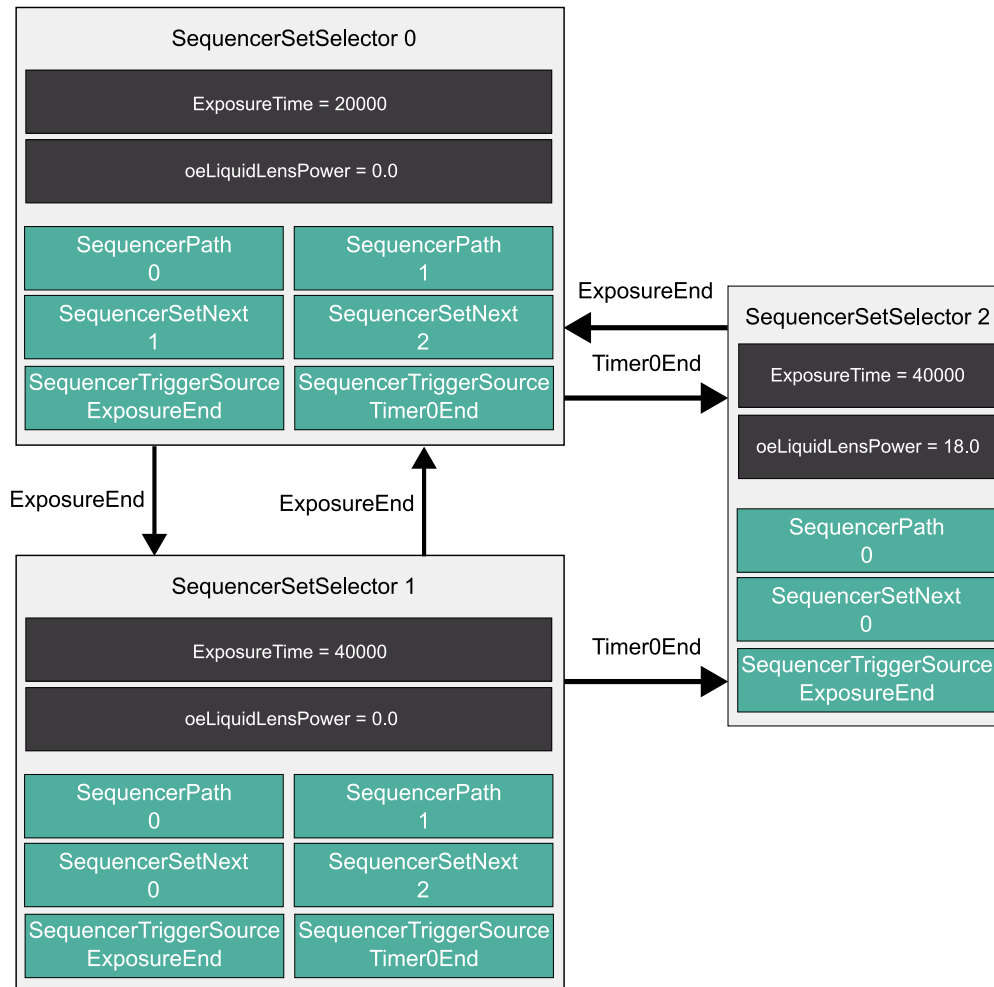


Figure 148: Diagramma di flusso dell'esempio di percorsi del controllo sequenziale.

8 RISOLUZIONE DEI PROBLEMI

8.1 La telecamera non viene trovata nell'elenco dei dispositivi disponibili

Se la telecamera non viene rilevata e non è disponibile nell'elenco dei dispositivi, verificare i seguenti punti:

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. Verificare la configurazione della NIC (network interface controller).
Per impostazione predefinita, la telecamera è configurata per ricevere un indirizzo IP da un server DHCP.
L'utente può tuttavia assegnare un indirizzo IP statico alla telecamera: in questo caso verificare che la scheda di rete abbia un indirizzo IP adeguato, compatibile con quello della telecamera.
In alternativa, utilizzare lo *strumento IP Configurator* per configurare correttamente l'IP della telecamera.
4. Verificare che i driver della scheda di rete siano correttamente installati (e aggiornati all'ultima versione).
5. Se la telecamera è attualmente utilizzata da un'altra applicazione, risulterà non disponibile per il processo in corso. In questo caso, disconnettere la telecamera dall'altra applicazione e riconnetterla all'applicazione desiderata.
6. Verificare che il cavo non sia danneggiato.

8.2 Perché alcune funzionalità non sono presenti nell'albero Geni-Cam del visualizzatore della telecamera?

Se alcune funzionalità risultano mancanti, verificare i seguenti punti:

1. Verificare che la funzionalità sia effettivamente disponibile per il modello di telecamera selezionato.
Ad esempio, le funzionalità tipiche per il colore (come i formati pixel RGB) non sono disponibili per le telecamere monocromatiche.
2. Verificare la modalità di visibilità del visualizzatore.
Alcune funzionalità non sono visibili in *modalità Beginner*, ma possono essere visualizzate solo in *modalità Expert* o *modalità Guru*.
3. Alcune nuove funzionalità potrebbero essere aggiunte nelle versioni successive del firmware: verificare che il firmware della telecamera sia sempre aggiornato.

8.3 Perché la telecamera presenta perdite di frame?

Quando la telecamera e/o la scheda di rete non sono configurate correttamente, alcuni frame potrebbero andare persi.

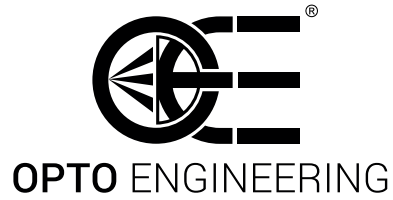
In caso di perdite di frame, verificare le seguenti possibili cause:

1. Verificare che il driver di acquisizione GigE Vision sia correttamente installato.
2. Verificare che i driver della scheda di rete siano aggiornati all'ultima versione.
3. Verificare che l'opzione *jumbo packet* della scheda di rete sia abilitata.
I jumbo packet supportano frame di dimensioni superiori a 1500 byte e garantiscono prestazioni ottimali per telecamere ad alta 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 la dimensione del buffer di ricezione.
5. Verificare che il PC non si trovi in *modalità risparmio energetico*. In questo regime di funzionamento, 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 dal collegamento.

Come regola generale, la larghezza di banda può essere approssimata in modo abbastanza accurato con la formula 19:

$$BW[Mbps] = Resolution[Mpixel] * BitPerPixel[bit/pixel] * FrameRate[fps] \quad (19)$$

Oltre a questa verifica, la funzionalità *DeviceLinkThroughputLimit* può essere utilizzata per controllare la quantità di larghezza di banda utilizzata dalla telecamera. Il framerate massimo disponibile può diminuire quando questo valore viene ridotto, poiché è disponibile meno larghezza di banda per la trasmissione.



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