

S.S.121 "Catanesa"
Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – rotatoria Bolognetta

PROGETTO DEFINITIVO

COD. UP62

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:

PROGETTISTA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*



GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)



VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Luigi Mupo

ELABORATI GENERALI
RILIEVI PLANO ALTIMETRICI
Relazione sui rilievi planoaltimetrici



CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	UP62_T00EG00CRTRE01_B			
DPUP0062	D 23	CODICE ELAB.	T00EG00CRTRE01	B	-
D		-	-		
C		-	-	-	-
B	Revisione a seguito Riesame ANAS	NOV. 2023	A. TRUDU	A. TRUDU	G. PIAZZA
A	EMISSIONE	FEB. 2023	A. TRUDU	A. TRUDU	G. PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SS 121 "Cataneſe" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta		
UP62	<i>Relazione sui rilievi planoaltimetrici</i>	

ANAS S.p.a.

Rilievi SS 121 Ficarazzi Bolognetta

Rilievi topografici
e
Aerofotogrammetrici

RELAZIONE TECNICA

RELAZIONE TECNICA

RILIEVO AEROFOGRAMMETRICO

- *PREMESSA*
- *PRODUZIONE DELLA CARTOGRAFIA 2K*

ALLEGATI:

- *Relazione_tecnica_rilievi_topografici_SS121.pdf*
- *Certificato di calibrazione camera.pdf*

T00EG00CRTSC01:

- *Monografie_SS121_PAF_TA.pdf*
- *Monografie_SS121_POLIGONALE.pdf*

T00EG00CRTRE02:

- *Verbale e Certificato Collaudo ss 121.pdf*

SS 121 “Catanese” Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione sui rilievi planoaltimetrici</i>	

PRODUZIONE CARTOGRAFICA

- PREMESSA

Le attività di rilievo per la produzione della cartografia in scala 1:2000 della SS121 lungo tratta Ficarazzi-Bolognetta si sono sviluppate a partire dal materiale aerofotogrammetrico e topografico messo a disposizione.

In particolare ci sono stati forniti tutti i documenti e i supporti numerici contenenti:

1. Ripresa aerea e Triangolazione Aerea
2. Rilievi topografici

La documentazione fornita, prodotta dalla S.A.S TD di Palermo, è descritta su apposita Relazione tecnica sulle attività di Volo e di Campagna e Verbale di collaudo firmato in data 13/01/2020 dall'Ing.Salvatore Cartarassa.

Verificata la consistenza del materiale fornito si è proceduto alla produzione della cartografia in scala 1:2000 della fascia di circa 600 metri da voi fornita quale limite di restituzione.

- RESTITUZIONE E PRODUZIONE DELLA CARTOGRAFIA

La fase di restituzione è stata eseguita dagli operatori tramite l'utilizzo del software MICROMAP. Questo software accoppia le immagini della ripresa aerea, che essendo scattate con una sovrapposizione fra loro del 70%, riescono ad essere visualizzate in coppie stereoscopiche digitali nelle tre dimensioni. Da questi modelli i tecnici addetti alla restituzione hanno acquisito tutti gli elementi plano-altimetrici necessari alla produzione della cartografia in scala 1:2000 a completamento della fascia dei 600 metri e i limiti assegnati. In fase di acquisizione si è provveduto in particolare alla restituzione di tutti gli elementi e alla corretta rappresentazione tridimensionale della piattaforma stradale. In fase di restituzione non si sono evidenziate particolari difficoltà interpretative e la successiva fase di ricognizione si è concretizzata nella correzione di alcune errate interpretazione e l'inserimento della toponomastica.

- EDITING E PRODUZIONE DEGLI ELABORATI FINALI

SS 121 “Catanese” Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta		
UP62	<i>Relazione sui rilievi planoaltimetrici</i>	

L'editing dei modelli stereoscopici, eseguita al termine della fase di restituzione, è stato realizzato utilizzando i software Microstation.

La fase di editing prevede le seguenti verifiche:

- Controllo dei codici utilizzati attraverso la trasformazione della codifica di lavoro in quella finale che evidenzia eventuali discrepanze nella codifica finale.
- Controllo visivo su tutta la simbologia e la vestizione degli elementi rappresentati.
- Controllo sulla corretta rappresentazione di tutti gli elementi, in particolare sui muri, edificati e manufatti.
- Controllo e correzione degli eventuali errori in quota: punti o elementi a quota zero o con picchi anomali.
- Verifica di tutti gli elaborati realizzati con i software con procedure automatizzate.

SS 121 "Catanese" Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione sui rilievi planoaltimetrici</i>	

ALLEGATI

**ATTIVITA' DI SUPPORTO FINALIZZATE ALLA FORNITURA DI CARTOGRAFIA NUMERICA 1:2.000
E ORTOFOTOPIANO DIGITALE, PREVIA RIPRESA AEREA**

S.S.121

TRATTA FICARAZZI - BOLOGNETTA

RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITA' DI VOLO E DI CAMPAGNA

Doc. *Relazione_tecnica_SS121.doc*

Ripresa aerea e Triangolazione Aerea

La prescritta ripresa aerea è stata eseguita nel rispetto dei seguenti parametri come prescritto dalle norme tecniche ANAS di riferimento:

1. camera da presa di tipo digitale a frame modello VEXCEL ULTRACAM EAGLE avente le seguenti caratteristiche:
 - *Focale 79,8 mm*
 - *Formato immagine in mm: long track: 68,016 – cross track: 104,052*
 - *Formato immagine in pixel: long track: 13080 – cross track: 20010*
 - *Dimensione del pixel: 5,2 microns*
 - *Distorsione: inferiore a 2 microns*
 - *Data calibrazione: 12 marzo 2018*
2. caratteristiche del volo eseguito:
 - data di esecuzione della ripresa aerea prevista entro il 20 Agosto 2019 ma effettivamente eseguita in data **15 settembre 2019** a causa delle documentate avverse condizioni meteorologiche.
 - dimensione del pixel al suolo: 7,7 cm valore medio corrispondente ad una scala media fotogramma 1:14.800;
 - Doppia strisciata di cui una in asse al tracciato di progetto e la seconda parallela con sovrapposizione trasversale al 50% circa finalizzata a migliorare le tecniche di *image matching*;
 - In totale sono state volate quattro strisciate così composte:

Strisciata	da fot.	a fot.	Totale	Quota volo
1	46	83	38	1.343
2	84	120	37	1.323
3	7	27	21	1.474
4	28	45	18	1.433

3. Risultati della Triangolazione Aerea digitale:

- n. 4 strisciate
- n. 60 Ground Control point
- n. 2 Ceck point
- n. 2744 Tie point
- Sigma zero: 0,713
- Risultato statistico sui GCP (*limite 0,20 m planimetrico e 0,30 m altimetrico*)

		X	Y	Z	Exy
mean absolute:	0.042	0.055	-0.064	0.076	
RMS:	0.057	0.071	0.086	0.091	
maximum:	0.177	0.214*	0.232*	0.217*	

- Risultato statistico sui CP (*limite 0,20 m planimetrico e 0,30 m altimetrico*)

		X	Y	Z	Exy
mean absolute:	0.193	0.213*	0.416*	0.295*	
RMS:	0.194	0.245*	0.463*	0.313*	
maximum:	0.217	0.335*	0.619*	0.399*	

- Risultato statistico sui Tie point tra stereocoppie di una stessa strisciata (*limite 0,20 m planimetrico e 0,30 m altimetrico*)

		X	Y	Z	Exy
mean absolute:	0.043	0.024	0.104	0.052	
RMS:	0.057	0.033	0.132	0.066	
maximum:	0.424*	0.203*	0.825*	0.424*	

Rilievi topografici

Nel rispetto delle norme tecniche ANAS l'inquadramento topografico della cartografia è stato eseguito utilizzando alcuni vertici della rete di inquadramento e raffittimento realizzata in ambito ai lavori di formazione cartografica alle scale 1:10.000 ed 1:2.000 dalla Regione Siciliana con norme di esecuzione che garantiscono precisioni pari o superiori a quelle di istituzione delle reti di raffittimento a 7 km secondo le norme di riferimento per i vertici IGM95.

Partendo da tali vertici è stata materializzata e misurata una poligonale di precisione in asse al tracciato istituendo 19 vertici posizionati ad una interdistanza media di 800 metri in quanto il progetto si sviluppa su un nuovo tracciato (quando il progetto segue la strada Statale esistente, la interdistanza tra i vertici è stata ridotta).

Le coordinate planimetriche dei vertici di poligonale, sono stati determinate con tecniche GPS di tipo rapido-statico impiegando 4 ricevitori a doppia frequenza con segnali GPS e GLONASS.

Ogni 5 km circa il vertice di poligonale è stato collegato ad uno o due dei vertici della rete di inquadramento e raffittimento per creare dei controlli intermedi.

La materializzazione dei vertici di poligonale ed il rilievo GPS sono avvenuti nei giorni 31 Agosto e 12 Settembre 2019 adoperando la seguente strumentazione:

- n° 2 GPS a doppia frequenza modello LEGACY con antenna esterna LEGANT 2;
- n° 2 GPS a doppia frequenza modello HYPER Pro con antenna integrata;

I ricevitori sono stati settati con i seguenti parametri di acquisizione non modificabili dagli operatori in campagna:

- angolo di cut-off 15 gradi dall'orizzonte uguale a quello impostato in fase di calcolo delle baselines;
- intervallo di acquisizione 5" uguale a quello impostato in fase di calcolo delle baselines;

Durante le sessione di misura si è curata la qualità e quantità di satelliti visibili contemporaneamente privilegiando quelli GPS.

Tutte le baselines sono state calcolate risolvendo le ambiguità e non si è reso necessario rieseguire alcuna misura.

I singoli report di calcolo vengono allegati separatamente.

Prima di procedere alla compensazione della poligonale, sono stati eseguiti i test statistici sugli scarti dei poligoni chiusi che si vengono a determinare con le letture dai vertici di poligonale a quelli di rete.

La geometria della poligonale, chiusa ogni 5 km circa sui vertici di rete, ha creato tre poligoni chiusi in cui gli scarti trovati sono esposti nel tabulato seguente:

GPS Baseline Loops

Created: 11/04/2019 11:15:11

Project name: POLIGONALE_SS121

Manager: Ing. Francesco Cacopardi

Client: Lotti Ingegneria-Sering

Critical value W-test is: 1.96

Loop 1 (Da POL12 a POL19)

From	To	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
POL17	POL16	-238.6785	-611.4654	509.3560
POL16	POL15	-308.4378	-714.4284	540.6087
POL15	POL14	-684.1179	-507.3344	837.2620
POL14	POL13	-598.9486	327.7332	659.8657
POL13	POL12	-638.0314	362.4471	625.3930
POL12	VTR52	3243.7844	-2977.3653	-2983.1706
VTR52	POL19	-167.4183	4999.1710	-1164.6293
POL19	POL18	-182.7964	-501.6826	365.3121
POL18	POL17	-425.4323	-377.0842	609.9536

X: -0.0768 m W-Test: -2.36

Y: -0.0091 m -0.62

Z: -0.0489 m -3.19

Easting: 0.0090 m W-Test: 0.56

Northing: 0.0087 m 0.38

Height: -0.0906 m -3.38

Closing error: 0.0914 m (5.4 ppm) (1:183942)

Length: 16821.3434 m

Loop 2 (Da POL06 a POL12)

From	To	dX[m]	dY[m]	dZ[m]	Epoch
POL10	POL09	-434.5944	-112.9272	580.3111	
POL09	POL08	-534.0597	186.2669	602.3612	
POL08	POL07	-690.2944	-9.3488	895.7518	
POL07	POL06	-682.7143	-3.0323	877.8491	

POL06	VTR55	1077.2926	2484.1267	-1943.5173
VTR55	POL12	2239.1375	-2206.3694	-2302.8616
POL12	POL11	-374.7384	-391.4729	571.6885
POL11	POL10	-600.1064	52.7219	718.3745

X: -0.0776 m W-Test: -3.79
Y: -0.0350 m -3.36
Z: -0.0427 m -3.16
Easting: -0.0160 m W-Test: -1.43
Northing: 0.0178 m 1.09
Height: -0.0922 m -5.16
Closing error: 0.0952 m (7.5 ppm)
Length: 12758.0519 m

Il risultato della elaborazione preliminare evidenzia un errore massimo di 7 cm nella direzione X il che da immediatamente una misura quantitativa della bontà dei risultati ottenuti.

Il calcolo di compensazione della intera rete, di cui si allega il tabulato in separato file, mostra che sul percorso POL06 – POL12 è stato riscontrato uno scarto max di 7 cm nella componente X e di 9 in quella Z, scarti ritenuti accettabili viste le finalità del rilievo.

I punti di appoggio per il calcolo della Triangolazione Aerea sono stati rilevati adoperando una stazione GPS Topcon Hyper HR collegato alla rete di stazioni permanenti gestita dalla stessa Topcon.

La strumentazione ed il metodo di rilievo adoperato, garantisce precisioni di 5 cm in planimetria e di 7 cm in quota, valori questi largamente sufficienti per la esecuzione di un rilievo topografico a scala ben maggiore di 1:2.000.

Sistema di coordinate rettilinee.

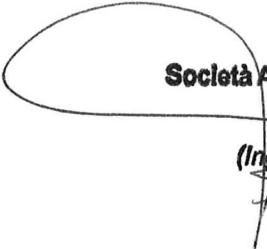
Come richiesto dal committente è stato impostato un sistema di riferimento geodetico basato sull'impiego di coordinate rettilinee cioè prive della deformazione dovuta al modulo lineare.

Si è proceduto in questo modo:

- impostazione di un generico sistema di coordinate rettilinee con i seguenti parametri geodetici impostati in un punto baricentrico all'area di interesse:

- proiezione trasversa di Mercatore
- Falso Est: 364.900,00 metri
- Falso Nord: 4.211.900,00 metri
- Latitudine origine: 38° 2' 41,27502"
- Longitudine Origine: 13° 27' 37,30221"
- Fattore di scala al meridiano centrale: 1,00000
- Ellissoide: Internazionale (Hayford)
- rototraslazione rigida ottenuta imponendo le coordinate UTM-WGS (ETRF2000) fuso 33N di un vertice di poligonale centrale (POL10) e ruotando sul primo (POL01);

Il responsabile tecnico


S.A.S. TD s.r.l.
Società Aerofotogrammetrica Siciliana
Tecnologie Digitali
Il Direttore Tecnico
(Ing. Francesco Cacopardi)

Calibration Report

Short Version



Camera:	UltraCam Eagle, S/N UC-Eagle-1-30813473-f80
Manufacturer:	Vexcel Imaging GmbH, A-8010 Graz, Austria
Date of Calibration:	Mar-12-2018
Date of Report:	Mar-12-2018
Revision of Camera:	Rev04.00
Version of Report:	V02

Calibration Report

Geometric Calibration



Camera:	UltraCam Eagle, S/N UC-Eagle-1-30813473-f80
Manufacturer:	Vexcel Imaging GmbH, A-8010 Graz, Austria
Panchromatic Camera:	ck = 79.800 mm
Multispectral Camera:	ck = 79.800 mm
Date of Calibration:	Mar-12-2018
Date of Report:	Mar-12-2018
Revision of Camera:	Rev04.00
Version of Report:	V02

Panchromatic Camera

Large Format Panchromatic Output Image

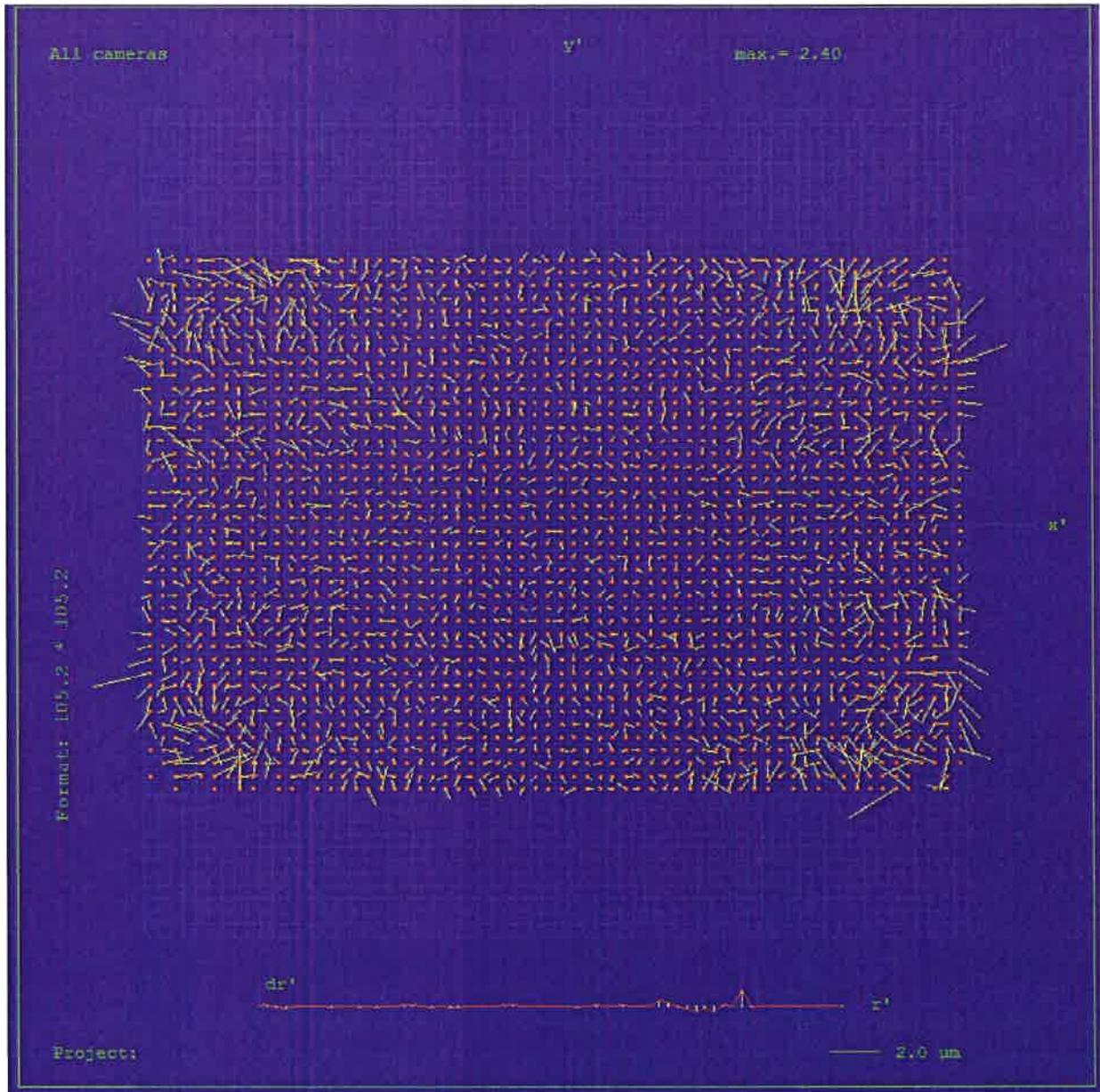
Image Format	long track	68.016mm	13080pixel
	cross track	104.052mm	20010pixel
Image Extent		(-34.01, -52.02)mm	(34.01, 52.02)mm
Pixel Size		5.200µm*5.200µm	
Focal Length	ck	79.800 mm	± 0.002mm
Principal Point (Level 2)	X_ppa	0.000 mm	± 0.002mm
	Y_ppa	0.000 mm	± 0.002mm
Lens Distortion	Remaining Distortion less than 0.002mm		

Multispectral Camera

Medium Format Multispectral Output Image (Upscaled to panchromatic image format)

Image Format	long track	68.016mm	4360pixel
	cross track	104.052mm	6670pixel
Image Extent		(-34.01, -52.02)mm	(34.01, 52.02)mm
Pixel Size		15.600µm*15.600µm	
Focal Length	ck	79.800 mm	
Principal Point (Level 2)	X_ppa	0.000 mm	± 0.002mm
	Y_ppa	0.000 mm	± 0.002mm
Lens Distortion	Remaining Distortion less than 0.002mm		

Full Pan Image, Residual Error Diagram



Residual Error (RMS): **0.95 μm**

Explanations:

1) Calibration Method:

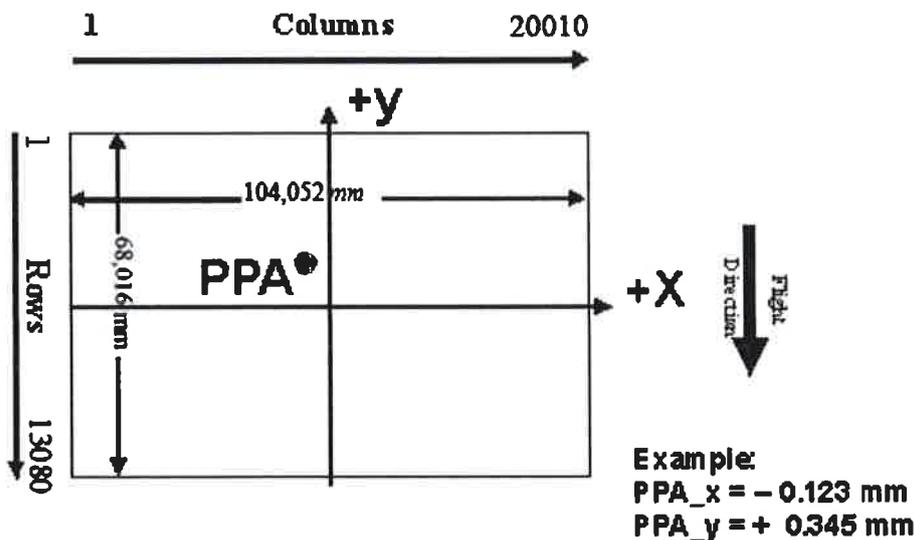
The geometric calibration is based on a set of 84 images of a defined geometry target with 394 GCPs.

Number of point measurements for the panchromatic camera : 19244
 Number of point measurements for the multispectral camera : 75260

Determination of the image parameters by Least Squares Adjustment.
 Software used for the adjustment: BINGO (GIP Eng. Aalen, Germany)

2) Level 2 Image Coordinate System: PAN 20010 pixel by 13080 pixel
 MS 6670 pixel by 4360 pixel

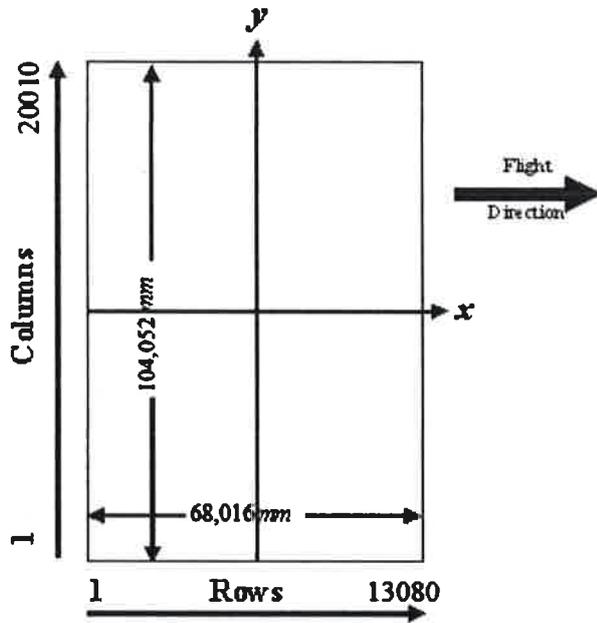
Lvl2, Camera prop. Orientation



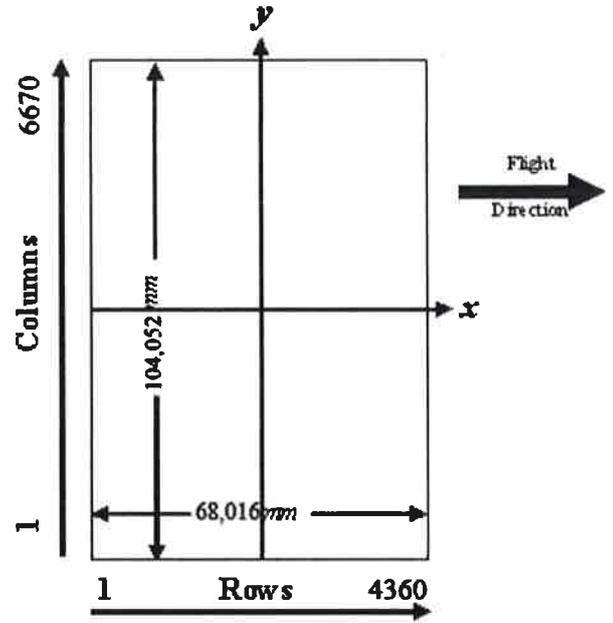
The image coordinate system of the Level 2 images is shown in the above figure. The level 2 image consists of 20010 columns and 13080 rows, which leads to a total image format of 104.052 x 68.016 mm. The coordinate of the principal point in the level 2 image is given on page 3 of this report. The above figure shows the position of an example principal point at the coordinate (-0.123 / 0.345).

3) Level 3 Image Coordinate System:
(after rotation of 270° CW)

PAN 20010 pixel by 13080 pixel
MS 6670 pixel by 4360 pixel



Panchromatic Image Format



Multispectral Image Format

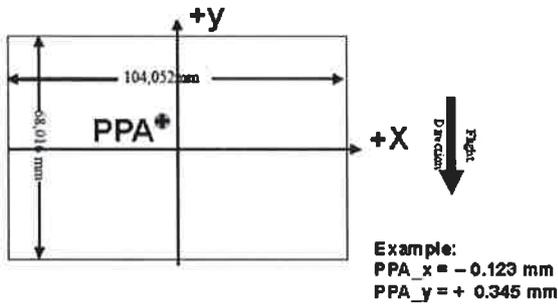
4) Position of Principal Point in Level 3 Image

The position of the principal point in the level 3 image depends on the “rotation” setting used in UltraMap during the pan-sharpening step. The exact position relative to the image center is given in the table below as a function of the rotation setting used in UltraMap. The coordinates are specified for clockwise (CW) rotation in steps of 90 degrees, according to the principal point coordinate given on page 3 for high- and low resolution images.

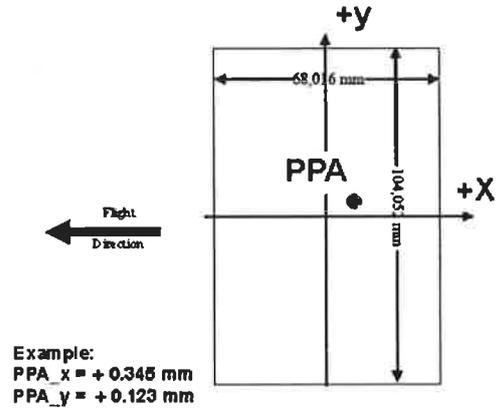
Image Format	Clockwise Rotation (Degree)	PPA	
		X	Y
Level 2	-	0.000	0.000
Level 3	0	0.000	0.000
Level 3	90	0.000	0.000
Level 3	180	0.000	0.000
Level 3	270	0.000	0.000

The coordinates in the figure below are only example values to illustrate the effect of image rotation on the principal point position, and do **not** correspond to the camera described in this report.

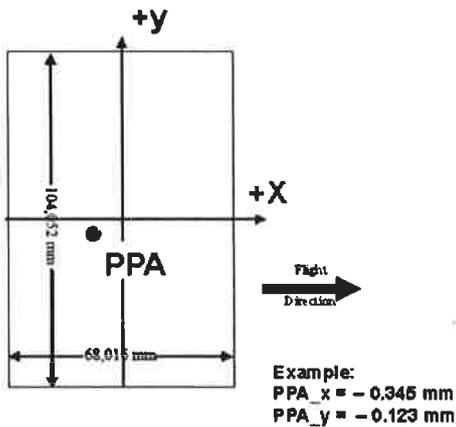
Lvl3, Rotation 0 deg clockwise



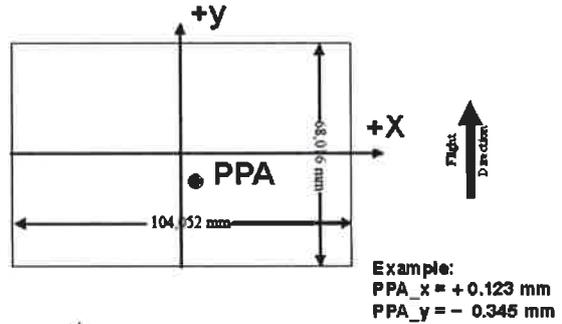
Lvl3, Rotation 90 deg clockwise



Lvl3, Rotation 270 deg clockwise



Lvl3, Rotation 180 deg clockwise



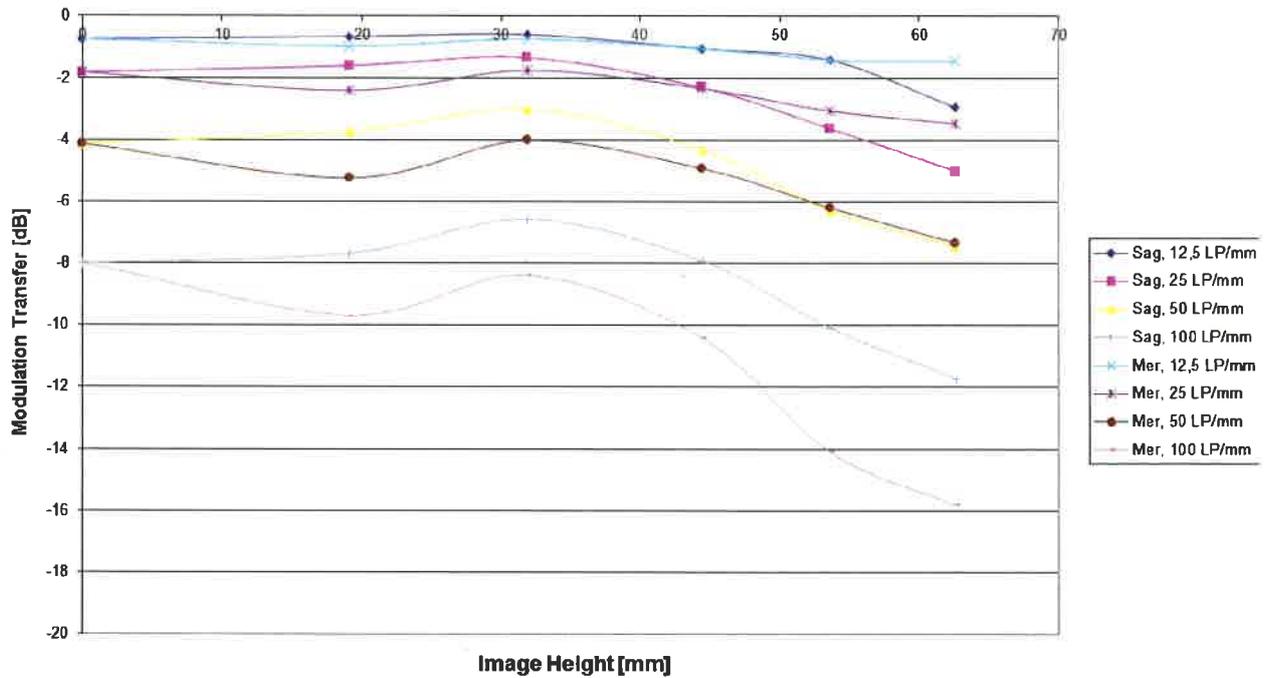
Lens Resolving Power

The following curves show the development of the modulation transfer function across different image heights of the panchromatic cones. Please note that these values have been calculated and can vary up to 10% with optics from production (especially at high LP's).

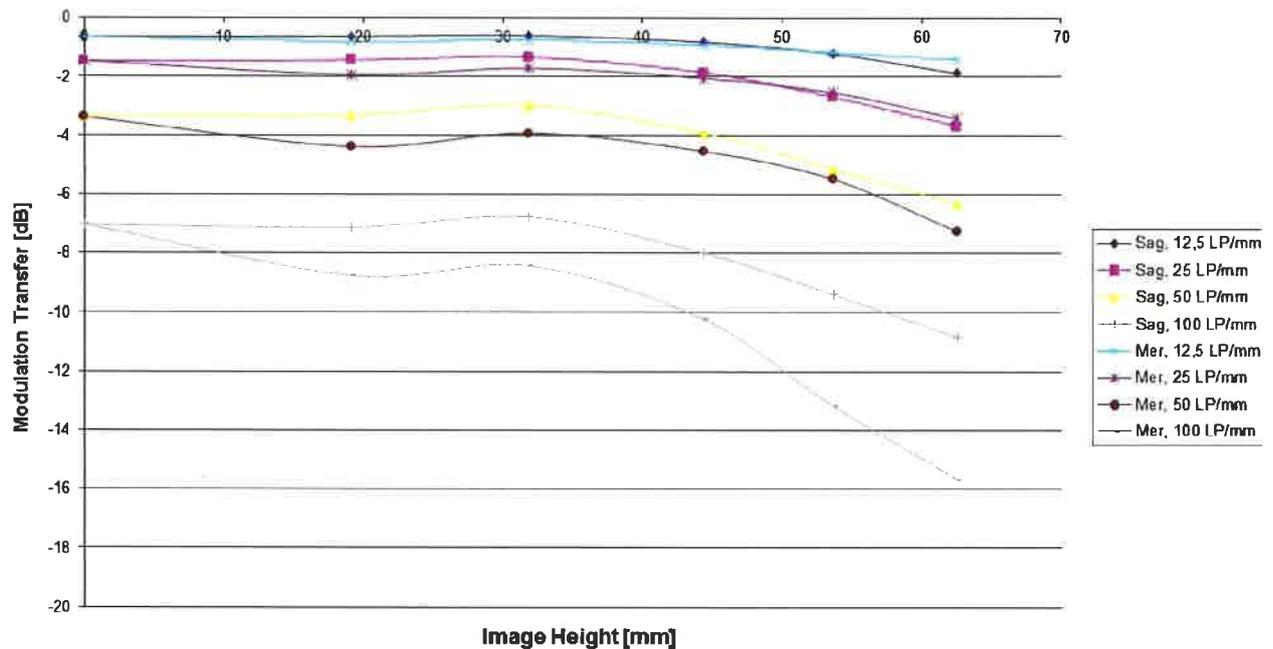
The curves are given for the meridional (tangential) and sagittal (radial) component of signals at frequencies of 12.5, 25, 50 and 100 line pairs per millimeter.

As the MTF is a function of the specific aperture size used, one set of curves is given for each aperture size.

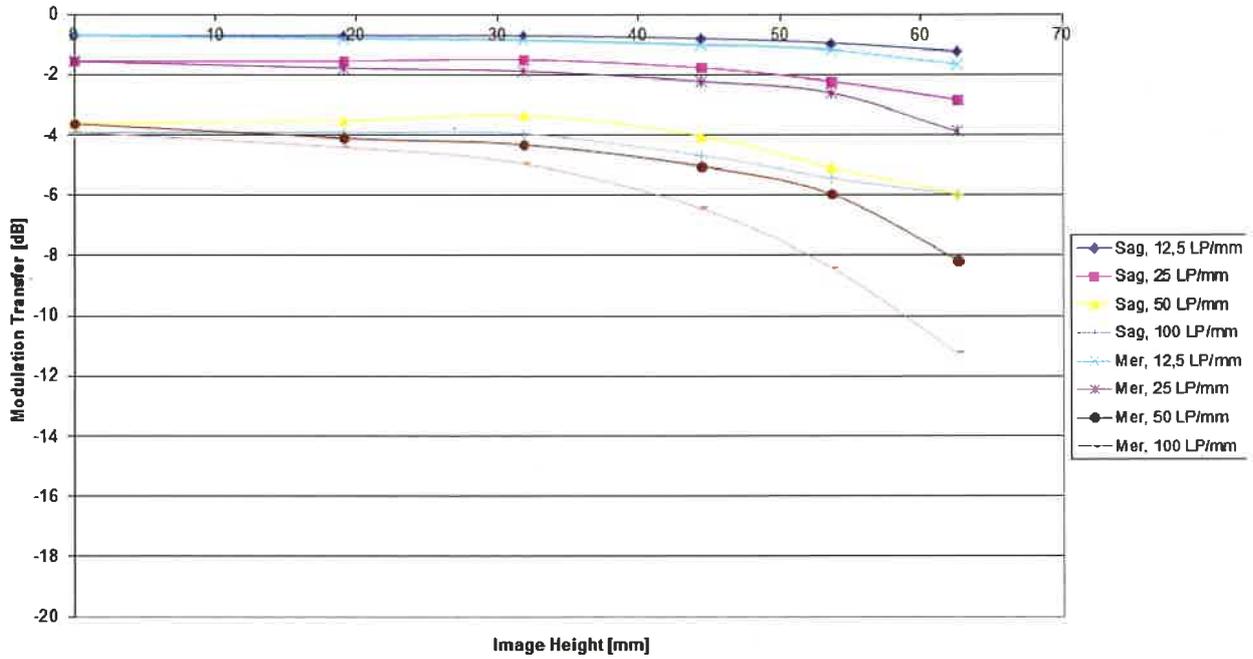
Modulation versus Image Height - Aperture f/ 5.6



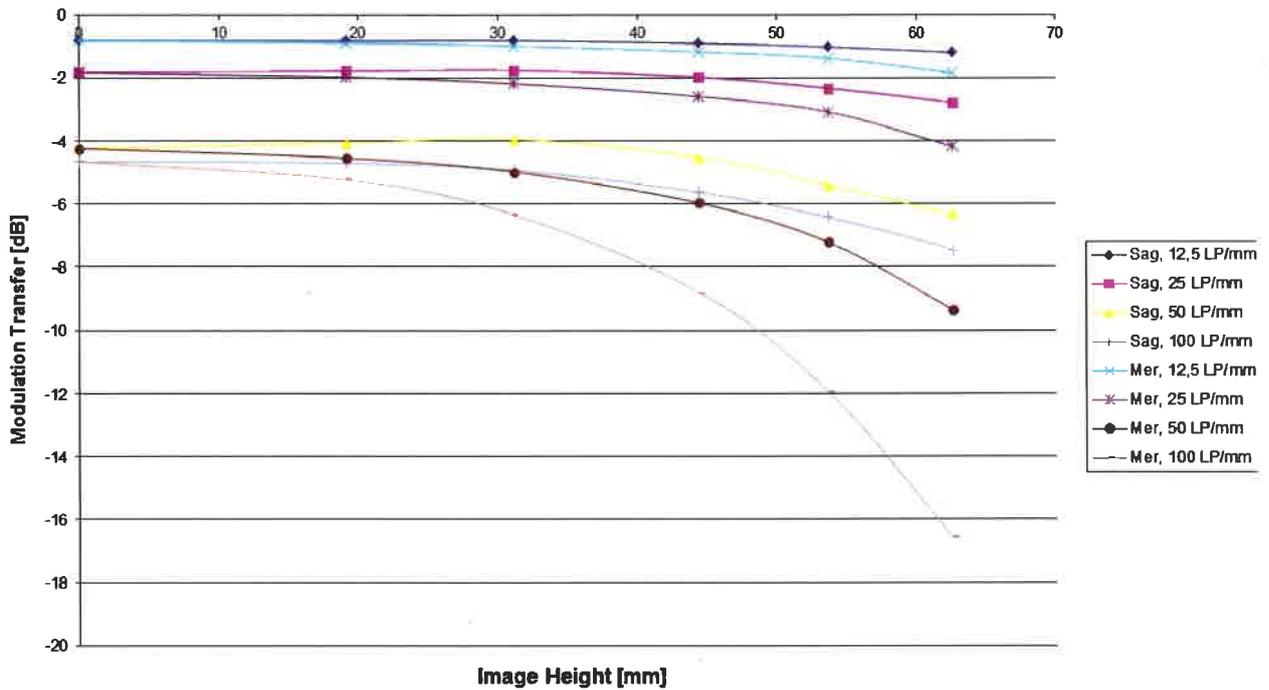
Modulation versus Image Height - Aperture f/ 6.7



Modulation versus Image Height - Aperture f / 8

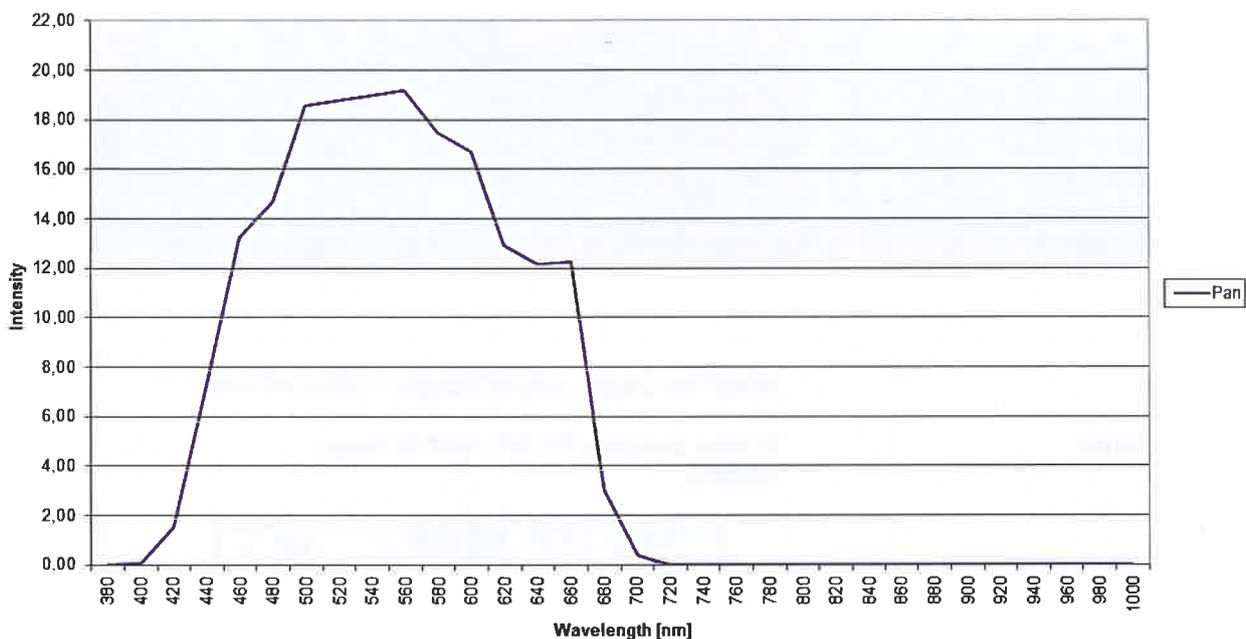


Modulation versus Image Height - Aperture f / 9.5

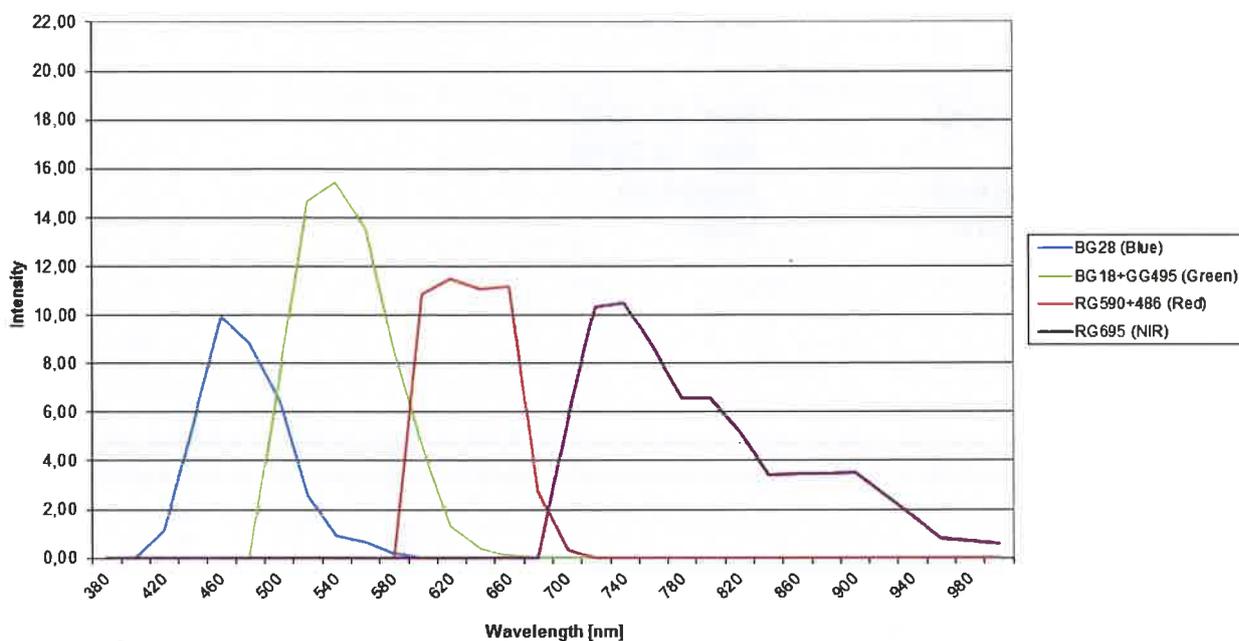


Spectral Sensitivity

Spectral Sensitivity Vexcel UltraCam Eagle - Panchromatic with AR-106 Coating



Spectral Sensitivity Vexcel UltraCam Eagle - Multispectral with AR-106 Coating



Calibration Report

Radiometric Calibration



Camera: UltraCam Eagle, S/N UC-Eagle-1-30813473-f80

Manufacturer: Vexcel Imaging GmbH, A-8010 Graz, Austria

	PAN	R, G, NIR	B
Aperture	F5.6	F8.0	F5.6
	F6.7	F9.3	F6.5
	F8	F11	F8
	F9.5	F13	F9.5
	F11	F16	F11
	F13	F19	F13
	F16	F22	F16
	F22	F27	F22

Date of Calibration: Mar-12-2018
Date of Report: Mar-12-2018
Revision of Camera: Rev04.00
Version of Report: V02

Explanations:

Calibration Method:

The radiometric calibration is based on a series of 50 flat field images for each aperture size and sensor. The flat field is illuminated by eight normal light lamps with known spectral illumination curves.

These images are used to calculate the specific sensitivity of each pixel to compensate local as well as global variations in sensitivity. Sensitivity tables are calculated for each sensor and aperture setting, and applied during post processing from level 0 to level 1.

Outlier Pixels that do not have a linear behavior as described in the CCD specifications are marked as defective during the calibration procedure. These pixels are not used or only partially used during post processing and the information is restored by interpolation between the neighborhood pixels surrounding the defective pixels.

Certain pixels that are named Qmax pixels due to the fact that they can only store and transfer charge up to a certain maximum amount are detected in an additional calibration step. These pixels are treated differently during post processing, since their behavior can affect not only single pixel values but whole columns.

Calibration Report

Summary



Camera: UltraCam Eagle, S/N UC-Eagle-1-30813473-f80

Manufacturer: Vexcel Imaging GmbH, A-8010 Graz, Austria

Date of Calibration: Mar-12-2018
Date of Report: Mar-12-2018
Revision of Camera: Rev04.00
Version of Report: V02

The following calibrations have been performed for the above mentioned digital aerial mapping camera:

- Geometric Calibration
- Verification of Lens Quality and Sensor Adjustment
- Radiometric Calibration
- Calibration of Defective Pixel Elements
- Shutter Calibration
- Sensor and Electronics Calibration

This equipment is operating fully within specification as defined by Vexcel Imaging GmbH.



Dr. Michael Gruber
Chief Scientist, Photogrammetry
Vexcel Imaging GmbH



Dipl. Ing. (FH) Helmut Jauk
Senior Project Engineer R&D
Vexcel Imaging GmbH