

Politecnico di Torino

Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica



**Politecnico
di Torino**



Enhancing Automotive Safety through Deep Learning: Development of a Real-Time Gaze Tracking Software for Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)

Relatori:

Prof. Massimo Salvi

Dott. Luca Bussi

Candidato:

Giovanni Buonfrate

Marzo 2024

INDICE



INTRODUZIONE



OBIETTIVI DELLA
RICERCA



METODOLOGIE



RISULTATI E
CONCLUSIONI



LIMITI E SVILUPPI
FUTURI

INTRODUZIONE



RIDURRE INCIDENTI STRADALI

Rapporto OMS



MOTIVI LEGISLATIVI

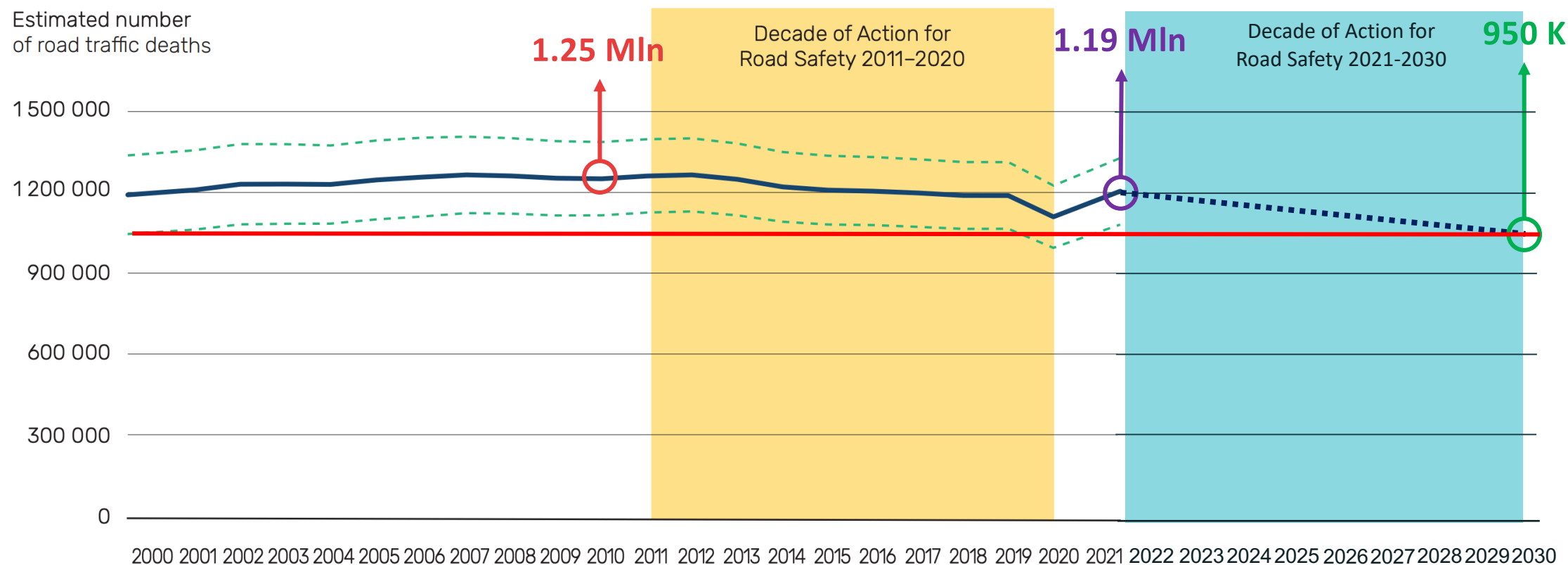
Direttiva 2019/2144

INTRODUZIONE - Rapporto OMS



RIDURRE INCIDENTI STRADALI

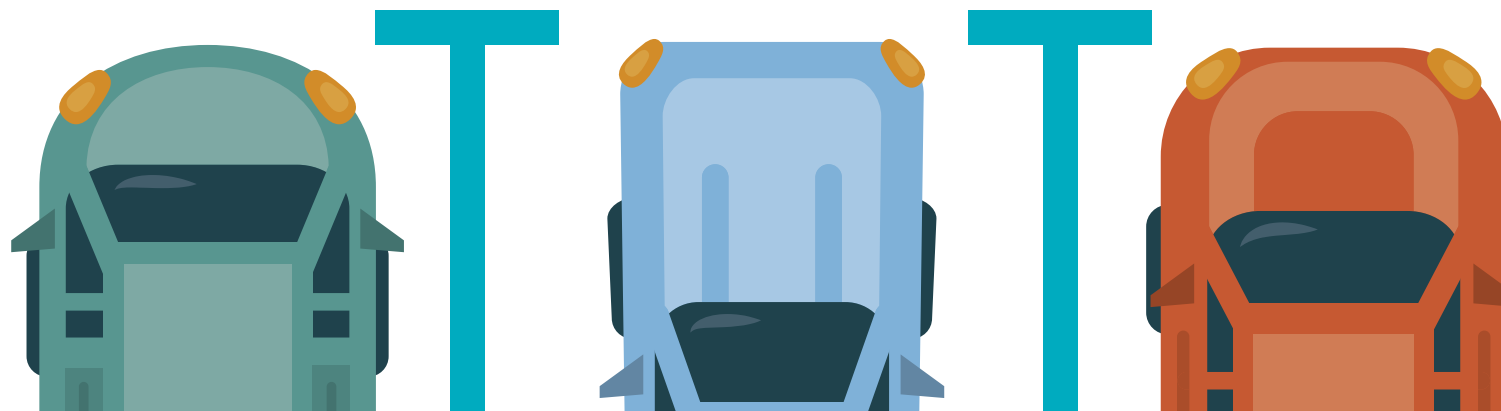
— Point estimate - - - Upper and lower 95% CI — 2023 target



INTRODUZIONE – Direttiva 2019/2144



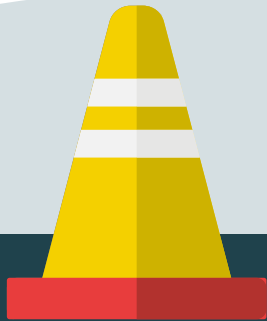
MOTIVI LEGISLATIVI



OBIETTIVI DELLA RICERCA

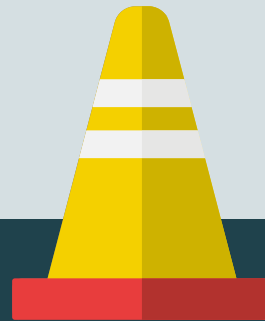
Valutazione tecnologie
per il tracciamento
dello sguardo

A



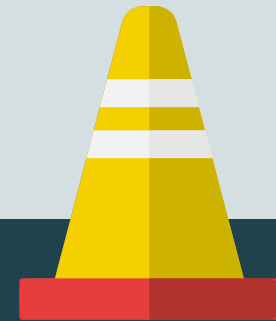
Selezione della
tecnologia ottimale

B



Sviluppo
dell'algoritmo

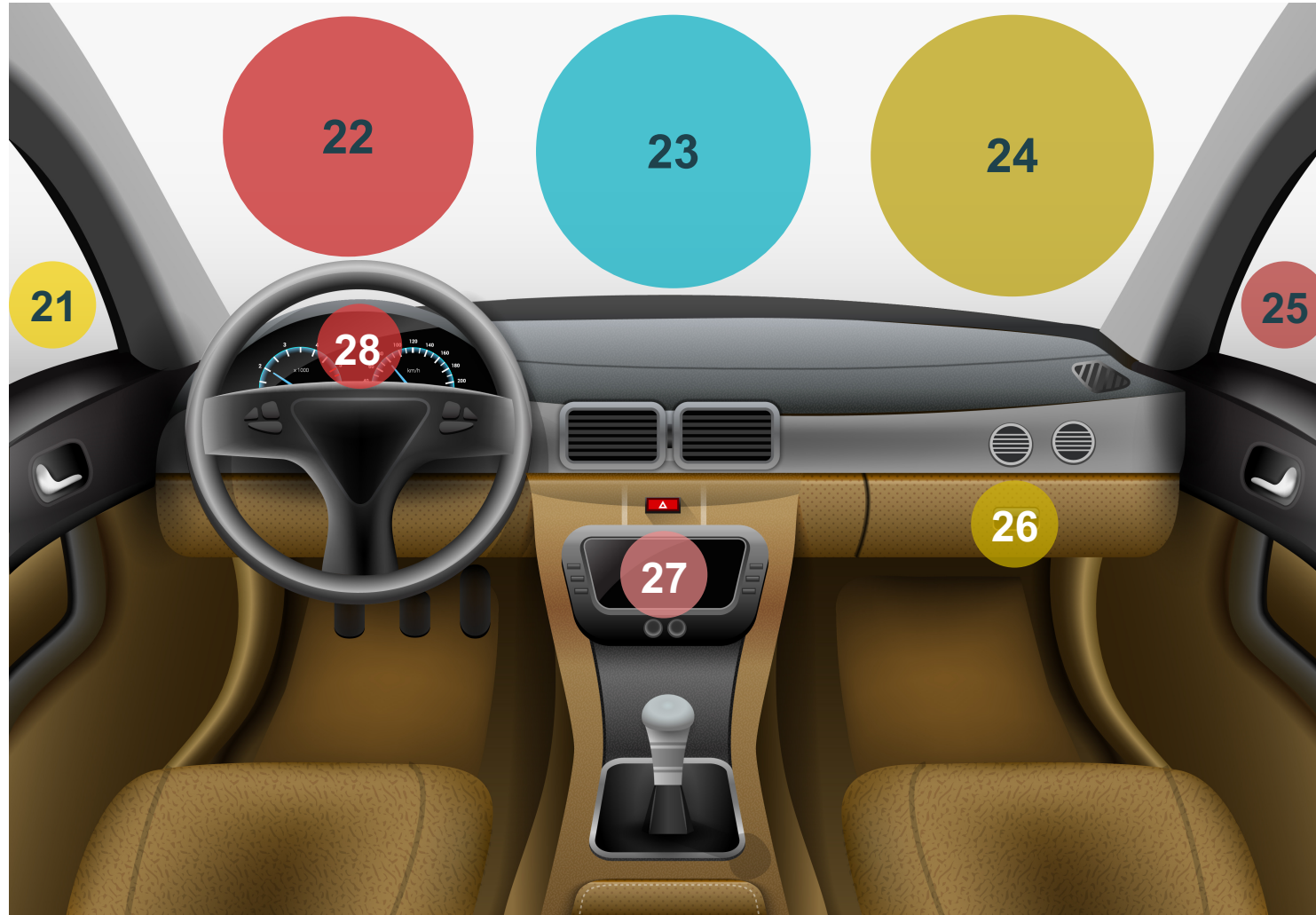
C



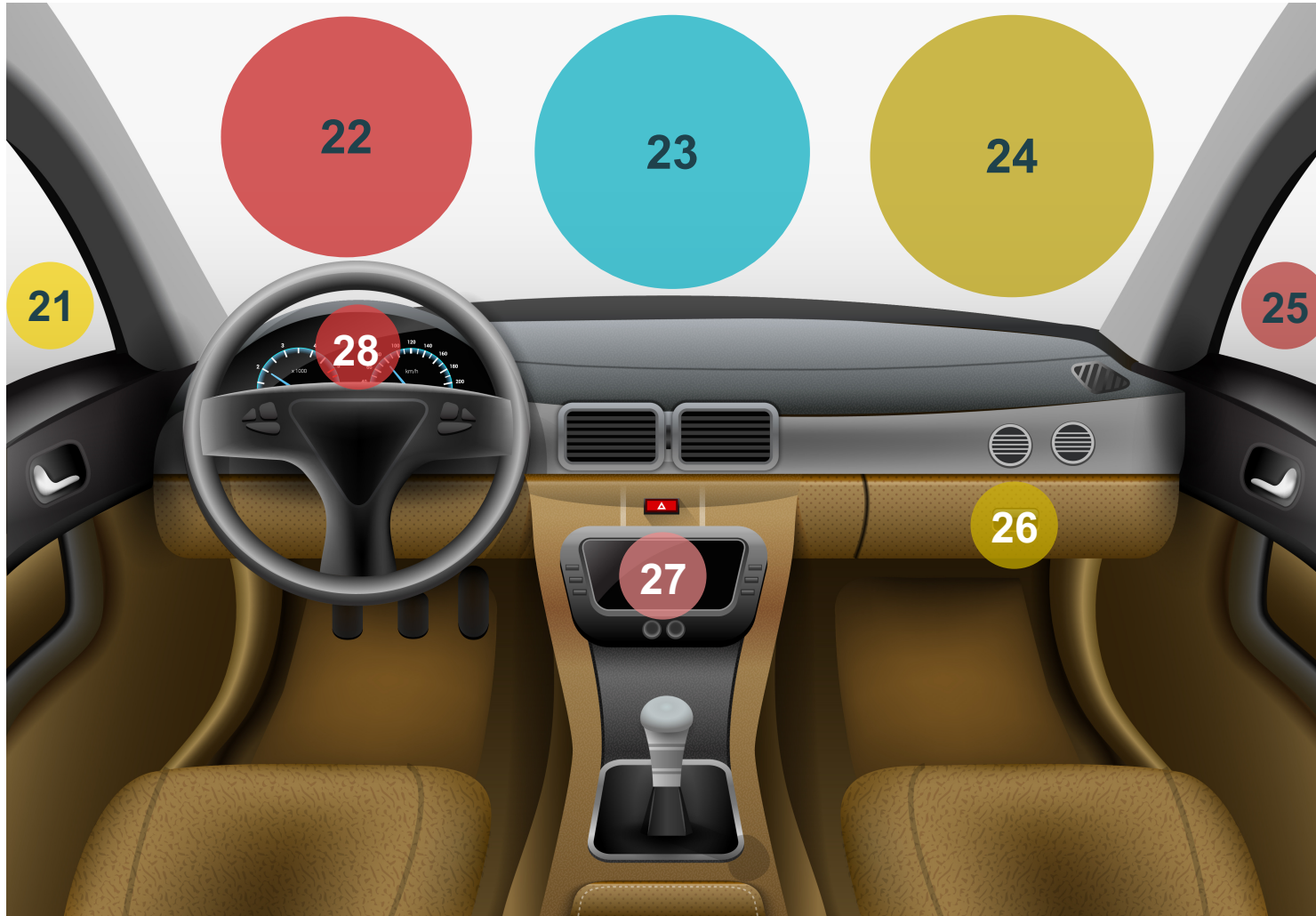
METODOLOGIE – SELEZIONE DELLA TECNOLOGIA OTTIMALE

		
CAMERA RGB	NO CALIBRAZIONE	RETE NEURALE CONVOLUZIONALE
Hardware semplice e poco costoso	Sistema indipendente dalla persona	Eccellono nell'elaborazione visiva

METODOLOGIE – CUSTOM DATASET



METODOLOGIE – CUSTOM DATASET



CARATTERISTICHE DATASET



30 CONDUCENTI



1080x720 pixel



900 frames per classe

DIVISIONE DATASET

Training Set

24 (6.720 frame)

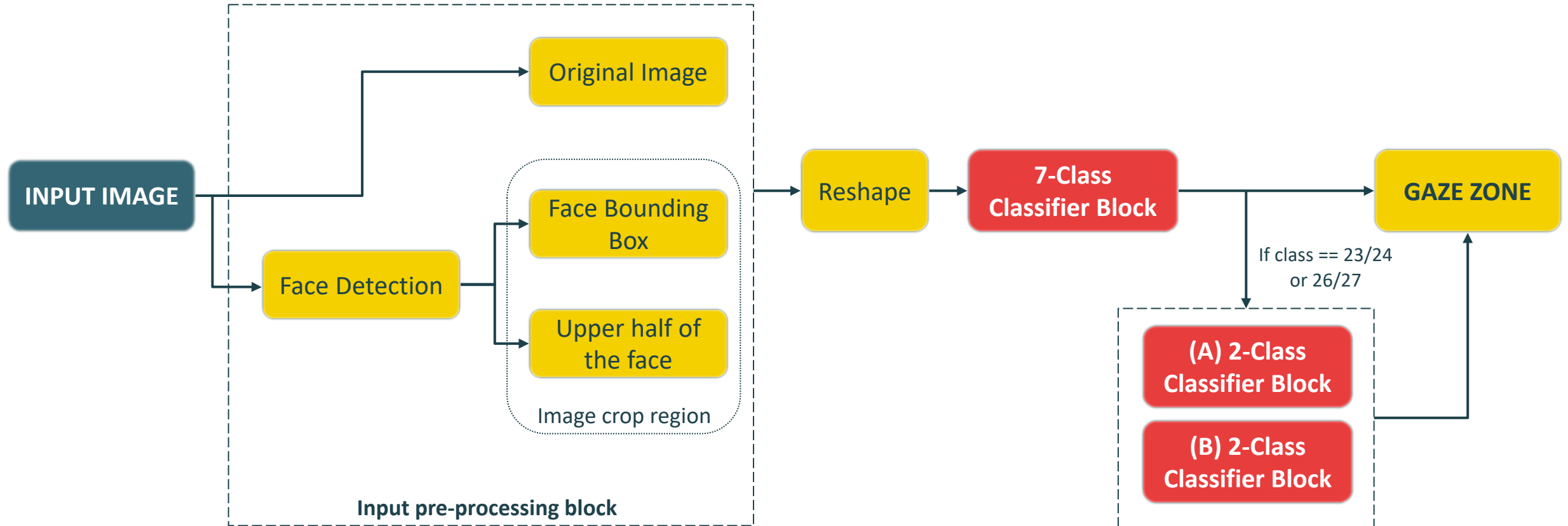
Validation Set

3 (840 frame)

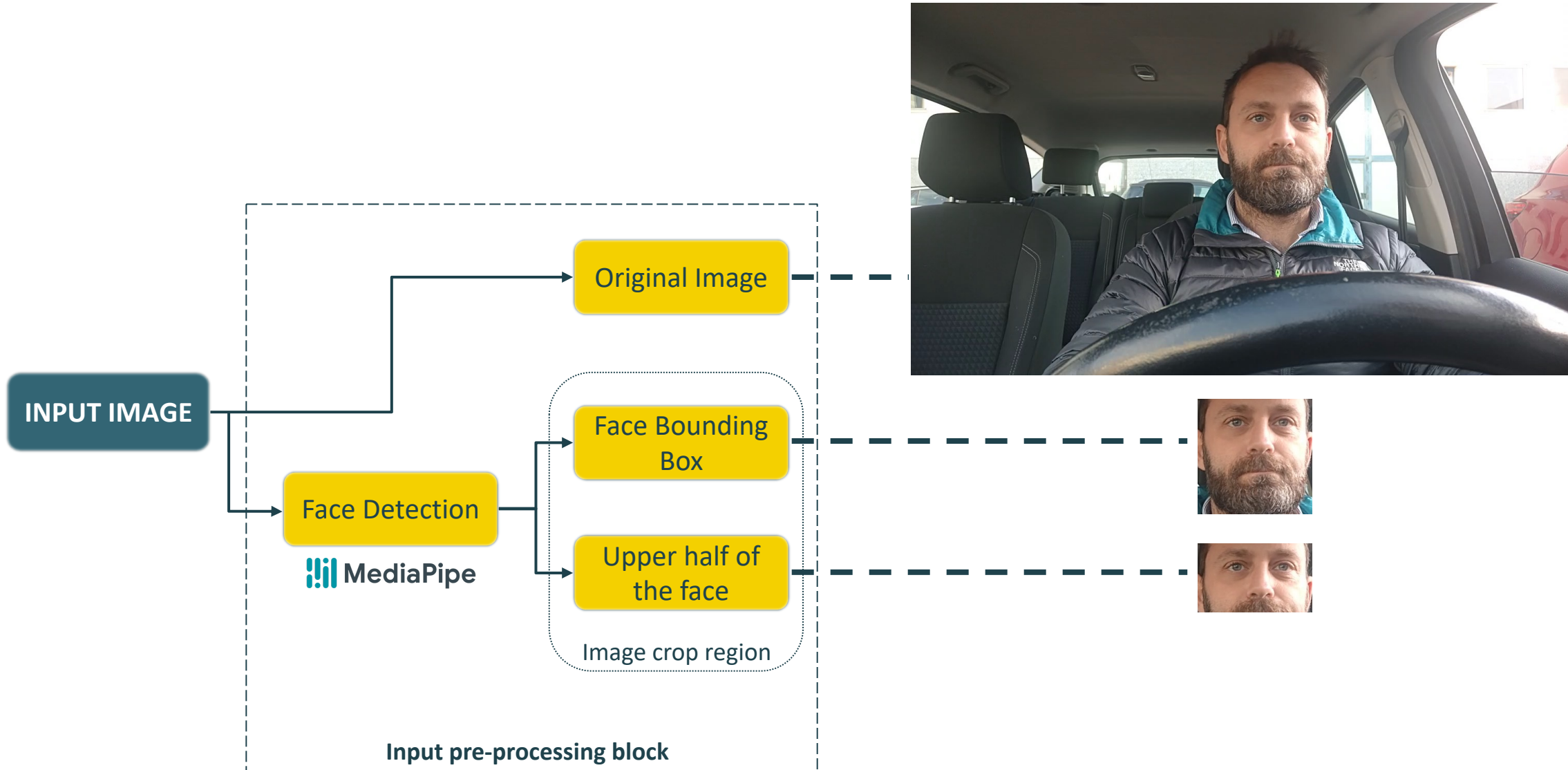
Test Set

3 (840 frame)

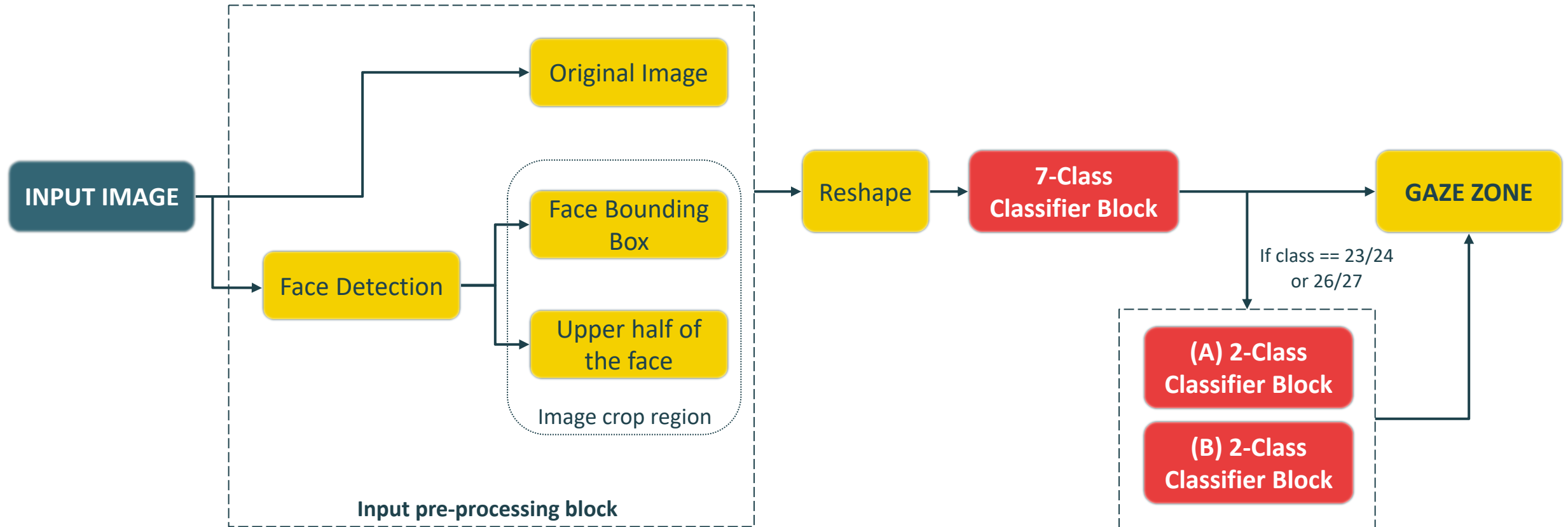
METODOLOGIE - PIPELINE



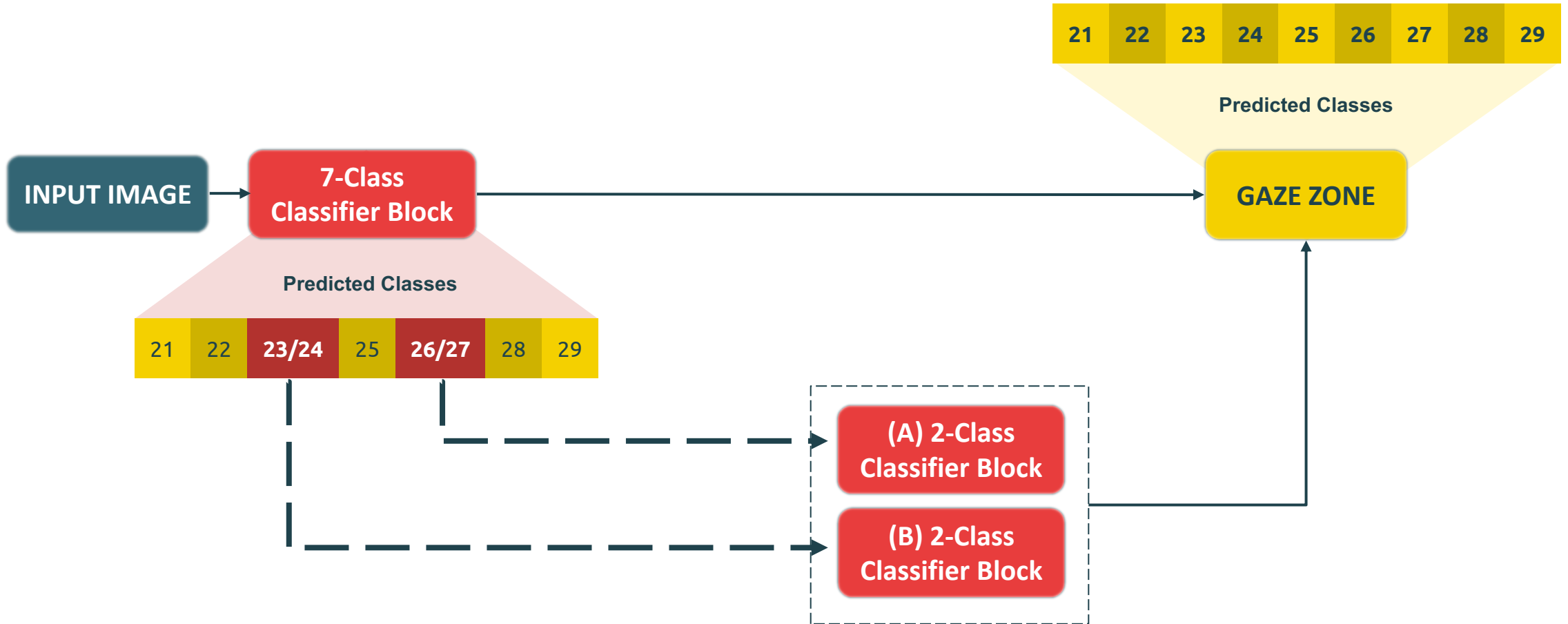
METODOLOGIE - PIPELINE



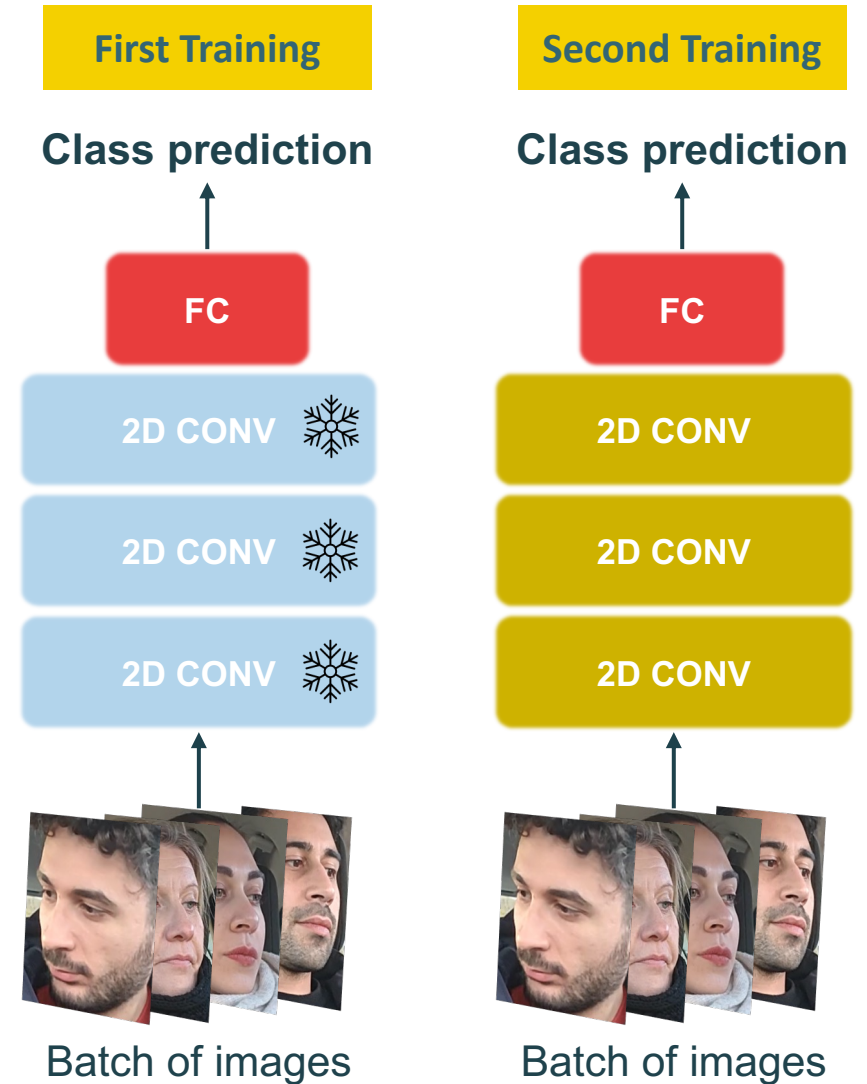
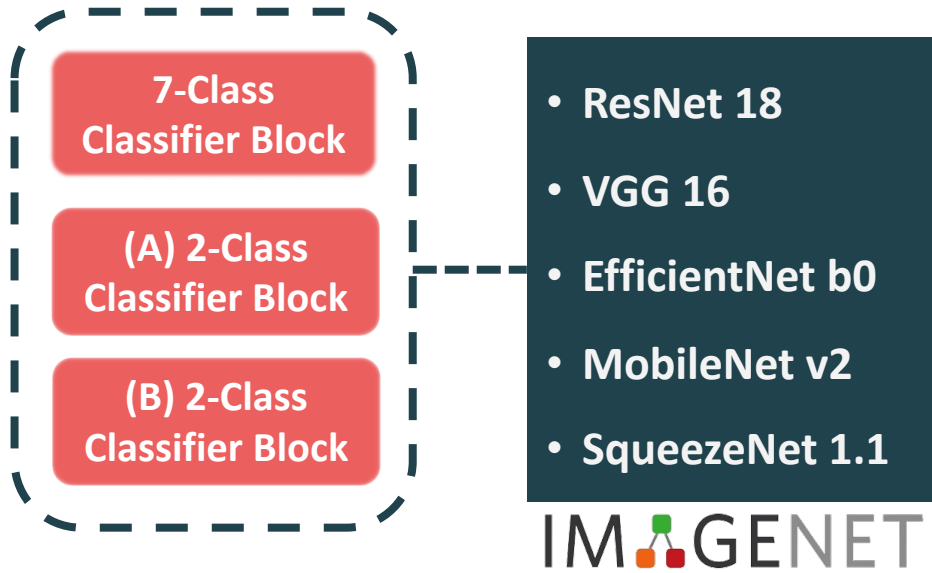
METODOLOGIE - PIPELINE



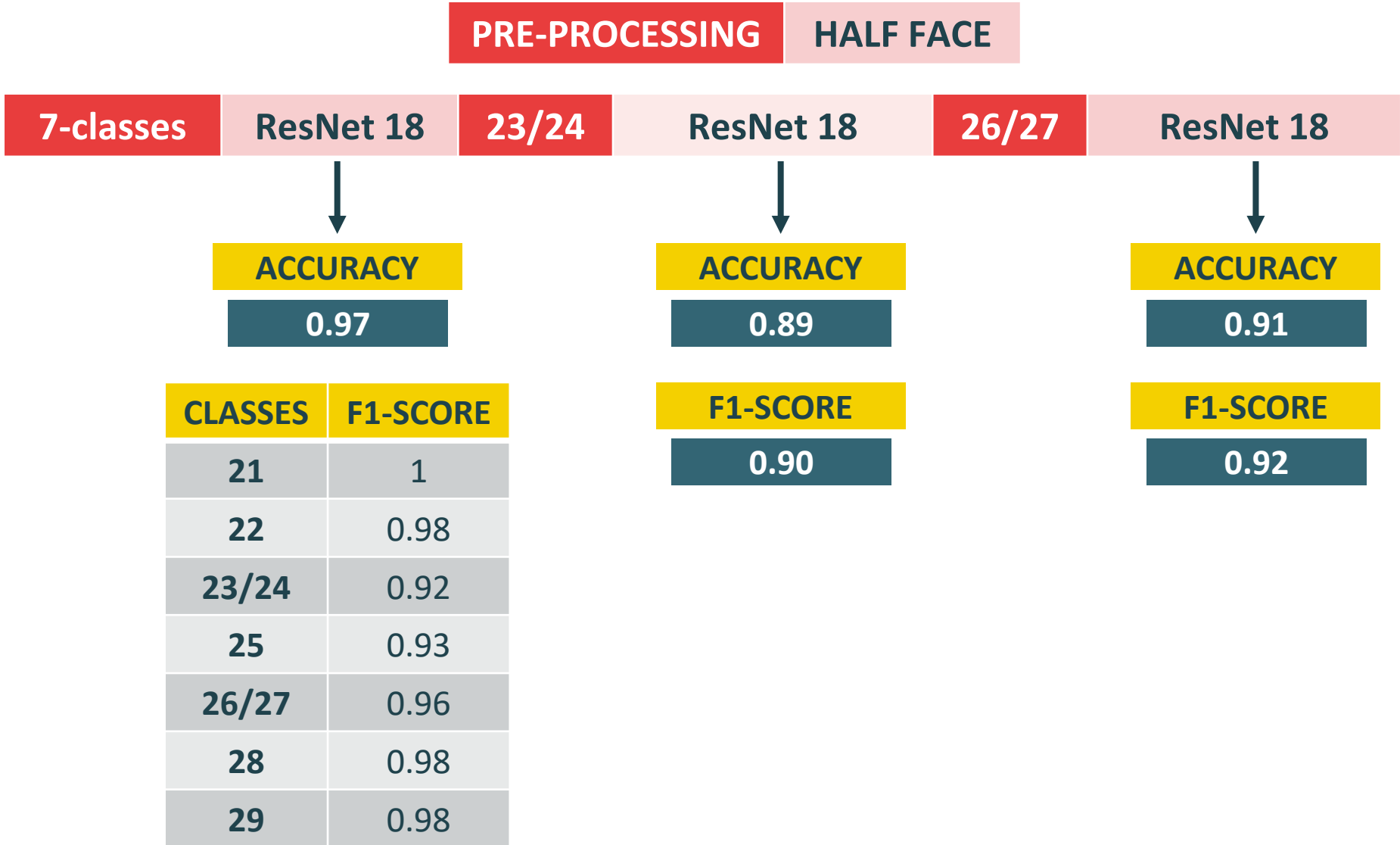
METODOLOGIE - PIPELINE



METODOLOGIE - TRAINING



RISULTATI E CONCLUSIONI



RISULTATI E CONCLUSIONI

PRE-PROCESSING

HALF FACE

ACCURACY

0.91

7-classes

ResNet 18

23/24

ResNet 18

26/27

ResNet 18

True	21	127	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	131	0	0	0	0	0	0
	23	0	7	115	1	0	0	2	0
	24	0	0	28	92	0	0	0	1
	25	0	0	0	13	110	2	0	0
	26	0	0	0	1	2	98	21	0
	27	0	0	0	0	0	4	102	2
	28	0	0	0	0	0	0	2	119
	29	0	0	0	0	0	0	0	135
	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Predicted									

Time (ms)

9.3

CLASSES

F1-SCORE

21

1

22

0.97

23

0.86

24

0.81

25

0.93

26

0.86

27

0.85

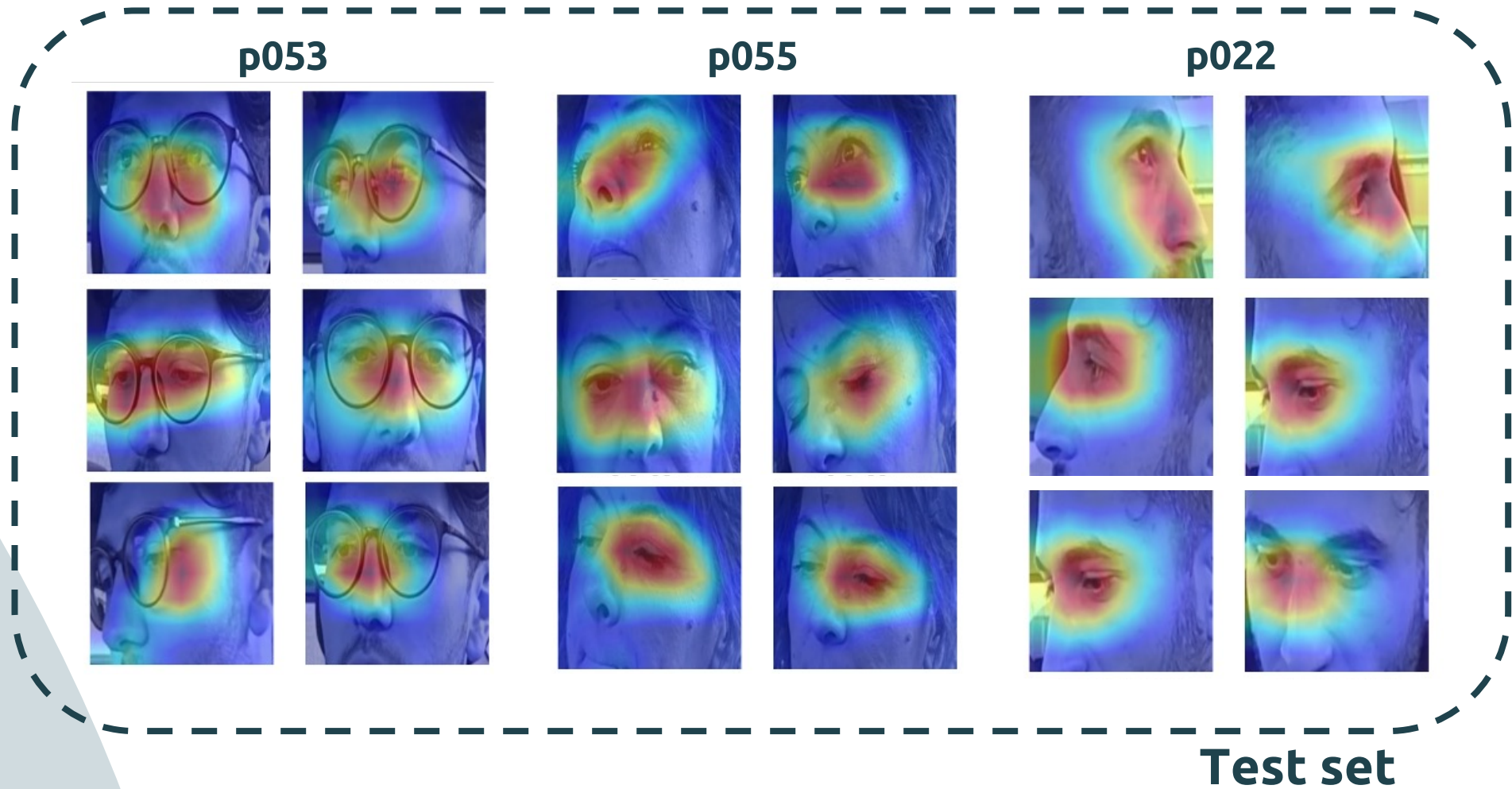
28

0.97

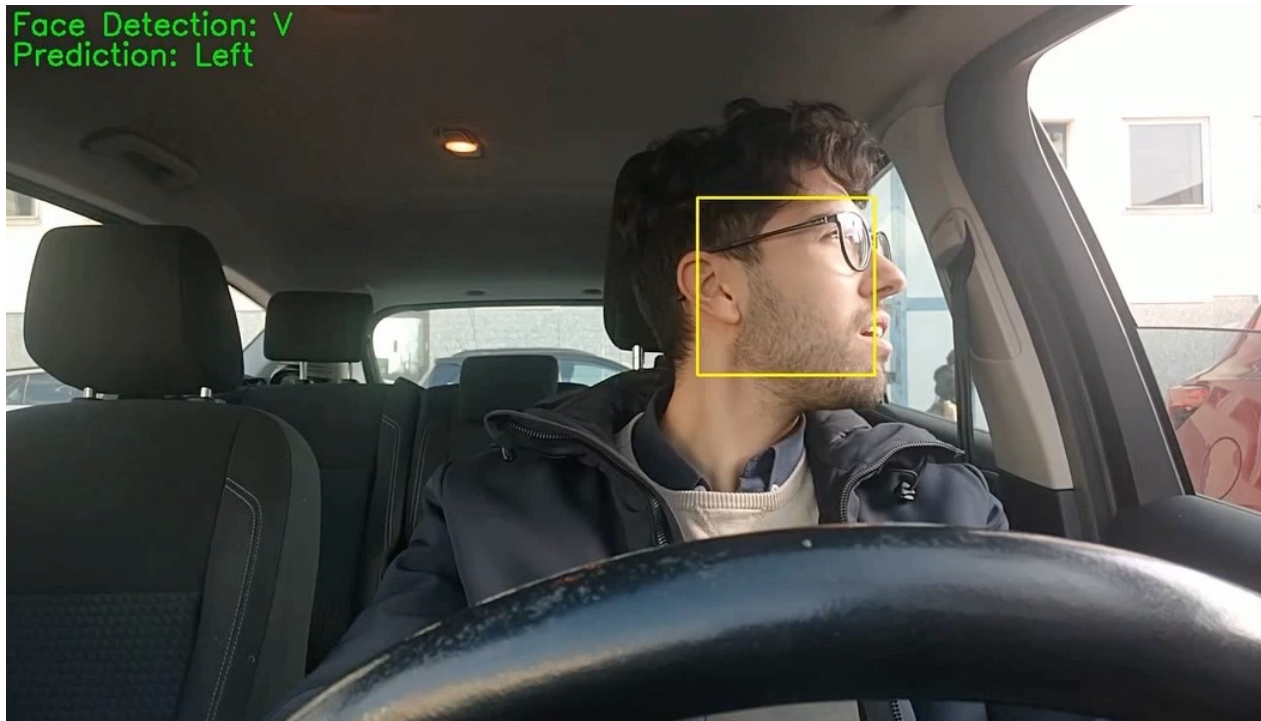
29

0.96

RISULTATI E CONCLUSIONI – HEAT MAP



RISULTATI E CONCLUSIONI



LIMITI E SVILUPPI FUTURI



LIMITI

LIMITAZIONI TECNOLOGICHE

GENERALIZZABILITA'

COMPLESSITA' DELLA
DISTRAZIONE

LIMITI E SVILUPPI FUTURI



LIMITI

LIMITAZIONI TECNOLOGICHE

GENERALIZZABILITA'

COMPLESSITA' DELLA
DISTRAZIONE



SVILUPPI FUTURI

UTILIZZO DI PIU' SENSORI

ESTENSIONE RILEVAMENTO
DISTRAZIONI

TEST E ADATTAMENTO
CONDIZIONI REALI

ALGORITMI AI PIU' AVANZATI

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**



ALLEGATI – RISULTATI MODELLO 7 CLASSI

7-Class
Classifier Block

(A) 2-Class
Classifier Block

(B) 2-Class
Classifier Block

		MODEL	PRE-PROCESSING					
		ResNet 18	Half Face					
True	21	127	0	0	0	0	0	0
	22	0	131	0	0	0	0	0
	23/24	0	5	114	0	0	1	0
	25	0	0	13	110	2	0	0
	26/27	0	0	1	0	115	1	3
	28	0	0	0	0	2	119	2
	29	0	0	0	0	0	0	135
		21	22	23/24	25	26/27	28	29
		Predicted						

ACCURACY 0.97

CLASSES	F1-SCORE
21	1
22	0.98
23/24	0.92
25	0.93
26/27	0.96
28	0.98
29	0.98

ALLEGATI – RISULTATI MODELLO BICLASSE 26/27

MODEL	PRE-PROCESSING
ResNet 18	Half Face

True	26	362	45
	27	37	480
Predicted		26	27

7-Class
Classifier Block

(A) 2-Class
Classifier Block

(B) 2-Class
Classifier Block

ACCURACY	0.91
F1-SCORE	0.92

ALLEGATI – RISULTATI MODELLO BICLASSE 23/24

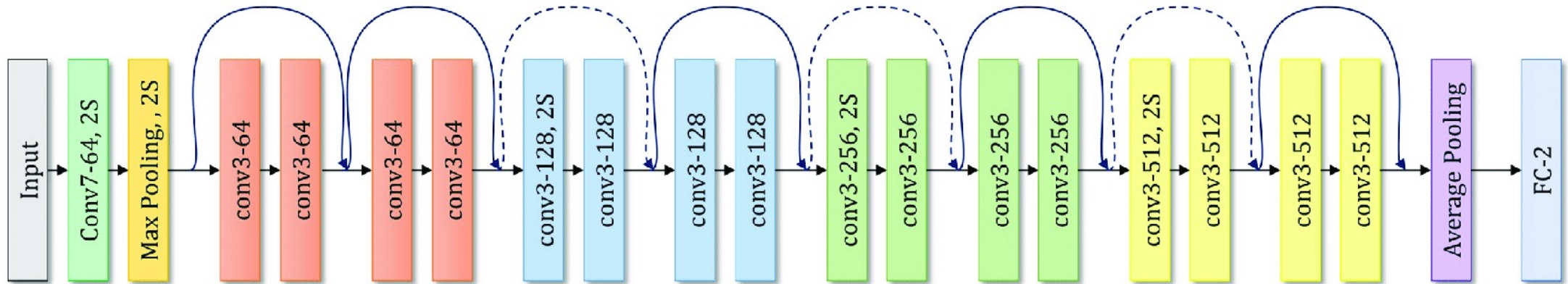
MODEL	PRE-PROCESSING
ResNet 18	Half Face

True	23	509	10
	24	105	426
Predicted		23	24

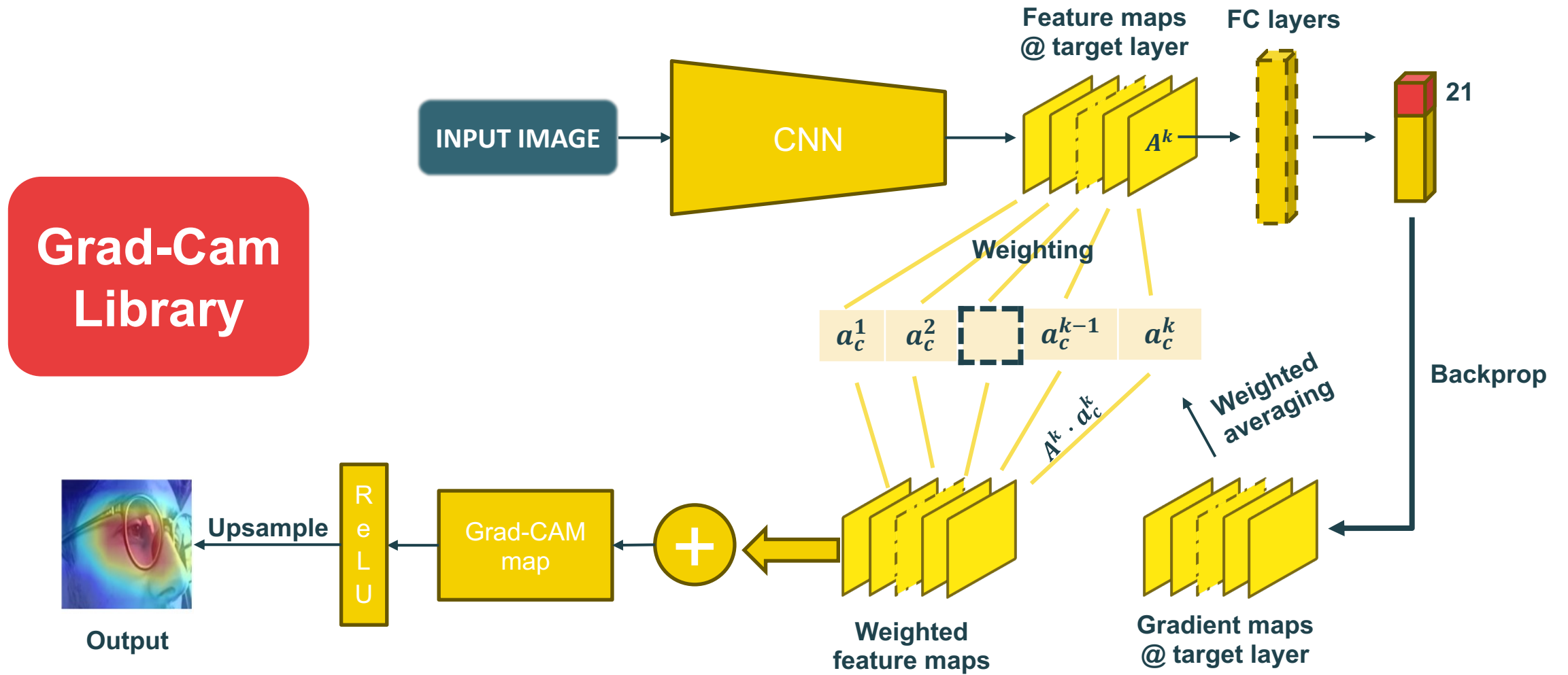
ACCURACY	0.89
F1-SCORE	0.90

- 7-Class Classifier Block
- (A) 2-Class Classifier Block
- (B) 2-Class Classifier Block

ALLEGATI – RESNET-18



ALLEGATI - HEATMAP



ALLEGATI – METRICHE DI VALUTAZIONE

True	21	118	0	0	0	6	0	0	2	1
	22	0	17	3	0	0	0	0	0	0
	23	0	3	109	10	0	0	0	2	1
	24	0	0	36	34	1	0	0	0	0
	25	0	0	0	18	106	1	0	0	0
	26	0	0	2	4	64	33	0	4	4
TN	27	0	0	2	0	6	76	5	22	22
	28	3	0	0	0	0	5	110	5	5
	29	0	0	0	0	0	2	2	131	131
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
False positives					Predicted					

$$\text{Macro - average accuracy} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{TP}{TP + FP}$$

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad \text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$\text{F1 - score} = 2 \cdot \frac{\text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

ALLEGATI – CONSENSO INFORMATO



Torino, _____

Oggetto: liberatoria per utilizzo immagini e video in attività accademiche

Il/La sottoscritto/a _____ nato/a a _____
il _____ e residente a _____
in Via/p.zza _____ Prov. _____, ai sensi del d.lgs.n°196
del 2003 sulla privacy ed in base al Regio Decreto n°663 del 1941 sul diritto all'immagine,

AUTORIZZA

A titolo gratuito, senza limiti di tempo, anche ai sensi degli artt. 10 e 320 cod.civ. e degli artt. 96 e 97 legge 22.4.1941, n.633, Legge sul diritto d'autore, all' utilizzo, la pubblicazione e/o diffusione in qualsiasi forma delle proprie immagini e/o video in cui compare durante le riprese effettuate per attività di ricerca accademica da parte di brain technologies, più precisamente per attività di allenamento di modelli di intelligenza artificiale.

Dichiara inoltre di rinunciare a qualsiasi pretesa economica o diritto morale connesso all'utilizzo delle stesse.

La presente liberatoria ha validità illimitata nel tempo e viene concessa a titolo gratuito.

Per autorizzazione

Torino, _____

Oggetto: liberatoria per utilizzo immagini e video in attività accademiche

Il/La sottoscritto/a _____ nato/a a _____
il _____ e residente a _____
in Via/p.zza _____ Prov. _____, ai sensi del d.lgs.n°196
del 2003 sulla privacy ed in base al Regio Decreto n°663 del 1941 sul diritto all'immagine,

AUTORIZZA

A titolo gratuito, senza limiti di tempo, anche ai sensi degli artt. 10 e 320 cod.civ. e degli artt. 96 e 97 legge 22.4.1941, n.633, Legge sul diritto d'autore, all' utilizzo, la pubblicazione e/o diffusione in qualsiasi forma delle proprie immagini e/o video in cui compare durante le riprese effettuate per attività di ricerca accademica da parte di brain technologies, più precisamente per attività di allenamento di modelli di intelligenza artificiale.

Dichiara inoltre di rinunciare a qualsiasi pretesa economica o diritto morale connesso all'utilizzo delle stesse.

La presente liberatoria ha validità illimitata nel tempo e viene concessa a titolo gratuito.

Per autorizzazione
