

Rilevamento automatico difetti nei dispositivi d'appoggio (Computer Vision+LLM)



AI-based Procedure for
Prediction, Observation and
Generative Guided Inspection

Step 1



Computer
vision



Yolov8n



Step 2

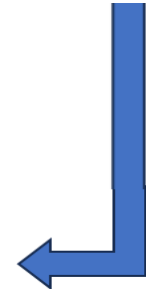
Prompt per GPT-4o:

- immagine
- Tipo appoggio
- Lista di possibili difetti
- definizione di intensità ed estensione



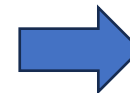
Large Language Model
(API)

Invio informazioni a
(GPT-4o)




Step 3

```
json
{
  "difetti_rilevati": [
    {
      "difetto_id": "App_5",
      "estensione": "1.0",
      "intensità": "1.0"
    },
    {
      "difetto_id": "App_9",
      "estensione": "1.0",
      "intensità": "0.5"
    }
  ]
}
```



Compilazione e revisione della scheda

Scheda Ispezione Ponti di Livello 1														
6	Appoggio N°	Strada di appartenenza Tecnico rilevatore				Progressiva km: Data ispezione: / /								
N°	Descrizione difetto	Visto	G	Estensione K1		Intensità K2		N° foto	PS		NA	NR	NP	Note
App 1	Piastra di base deformata	<input type="checkbox"/>	2			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 2	Ossidazione	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 3	Bloccaggio	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 4	Preregolazione sbagliata	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 5	Presenza di detriti	<input checked="" type="checkbox"/>	2			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	img 0386	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 6	Schiacciamento/Fuoriuscita lastre piombo	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Difetti d'appoggio in neoprene														
App 7	Invecchiamento neoprene	<input type="checkbox"/>	3			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 8	Deformazione orizzontale eccessiva	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 9	Schiacciamento/Fuoriuscita neoprene	<input checked="" type="checkbox"/>	4			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	img 0386	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Difetti pendoli														
App 10	Anomalioramento pendoli in c.a.	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 11	Fuori piombo permanente	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Difetti carrelli (metallici)														
App 12	Ovalizzazione rulli metallici	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 13	Fuori sede rulli metallici	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Difetti appoggio generici														
App 14	Deterioramento Teflon	<input type="checkbox"/>	3			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

G. Santarsiero, A. Romano, V. Picciano and A. Masi (2025).
Intelligent inspection of bridge bearings through an Engineering Constrained ML approach – Artiste Conference, 15-18 Sept, 2025 Turin

Rilevamento automatico difetti nei dispositivi d'appoggio (Computer Vision+LLM)



Confezionamento Dataset



Roboflow

Strumento che permette di annotare, organizzare il dataset e salvare il file .yaml

Annotazione manuale con bounding box e classe

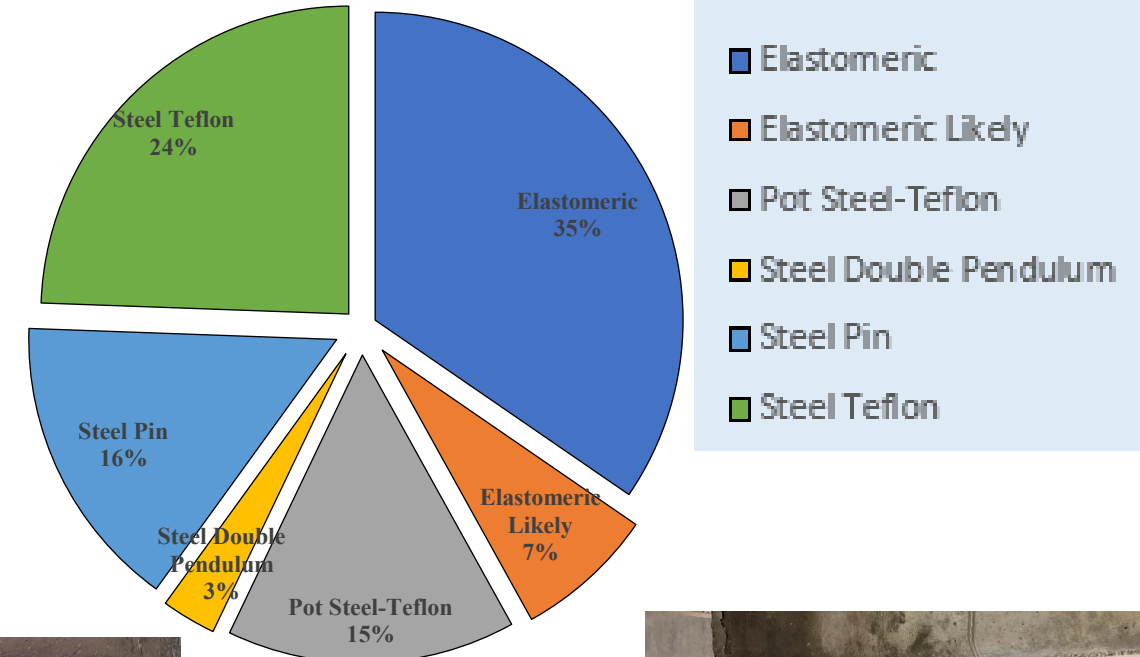


Applicando delle tecniche di **Data Augmentation**, nello specifico rotazione di $+15^\circ$ e -15° , sfocatura di 2,5 px si hanno **3084 immagini** suddivise come segue

- Train set 70% - 2698 immagini
- Valid set 20% - 258 immagini
- Test set 10% - 128 immagini

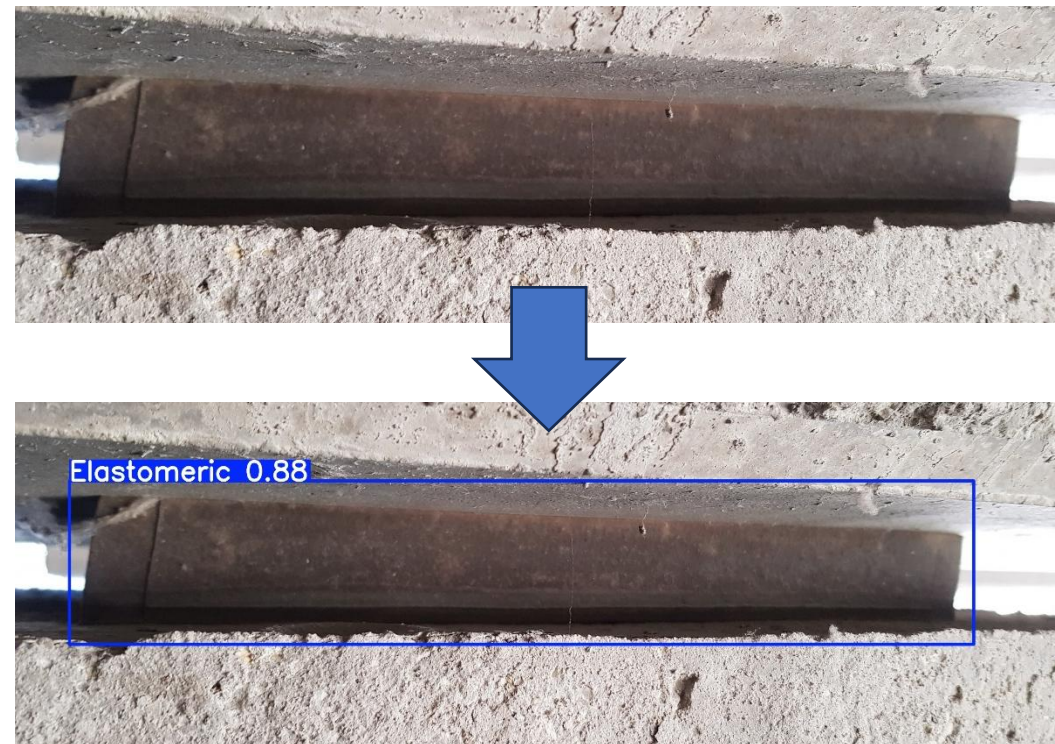
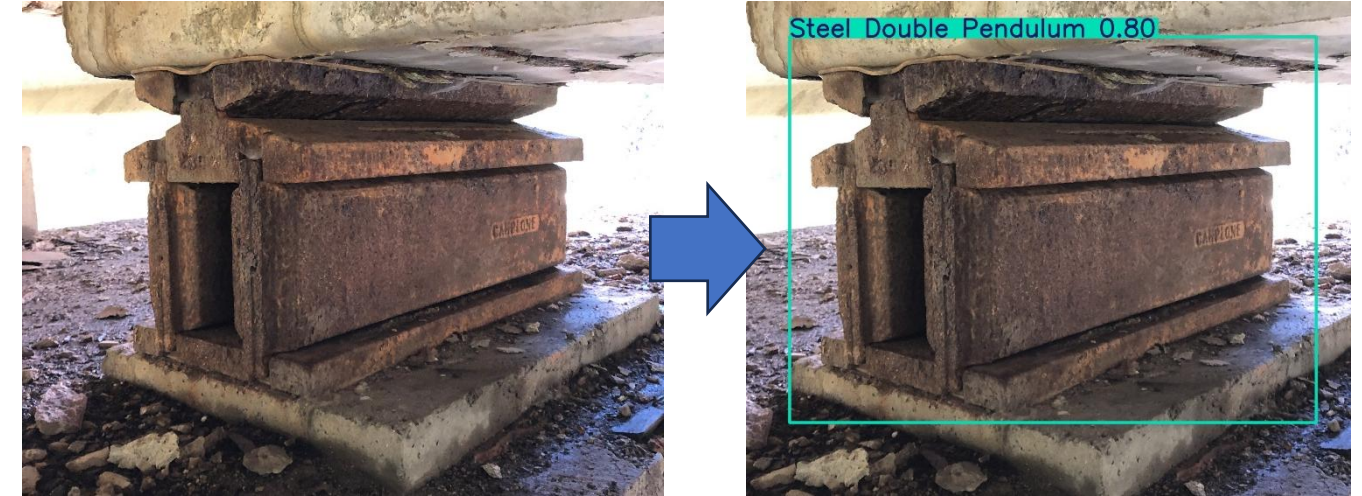


Acquisizione e organizzazione di un database con **1287 Immagini** di dispositivi d'appoggio
6 Classi analizzate

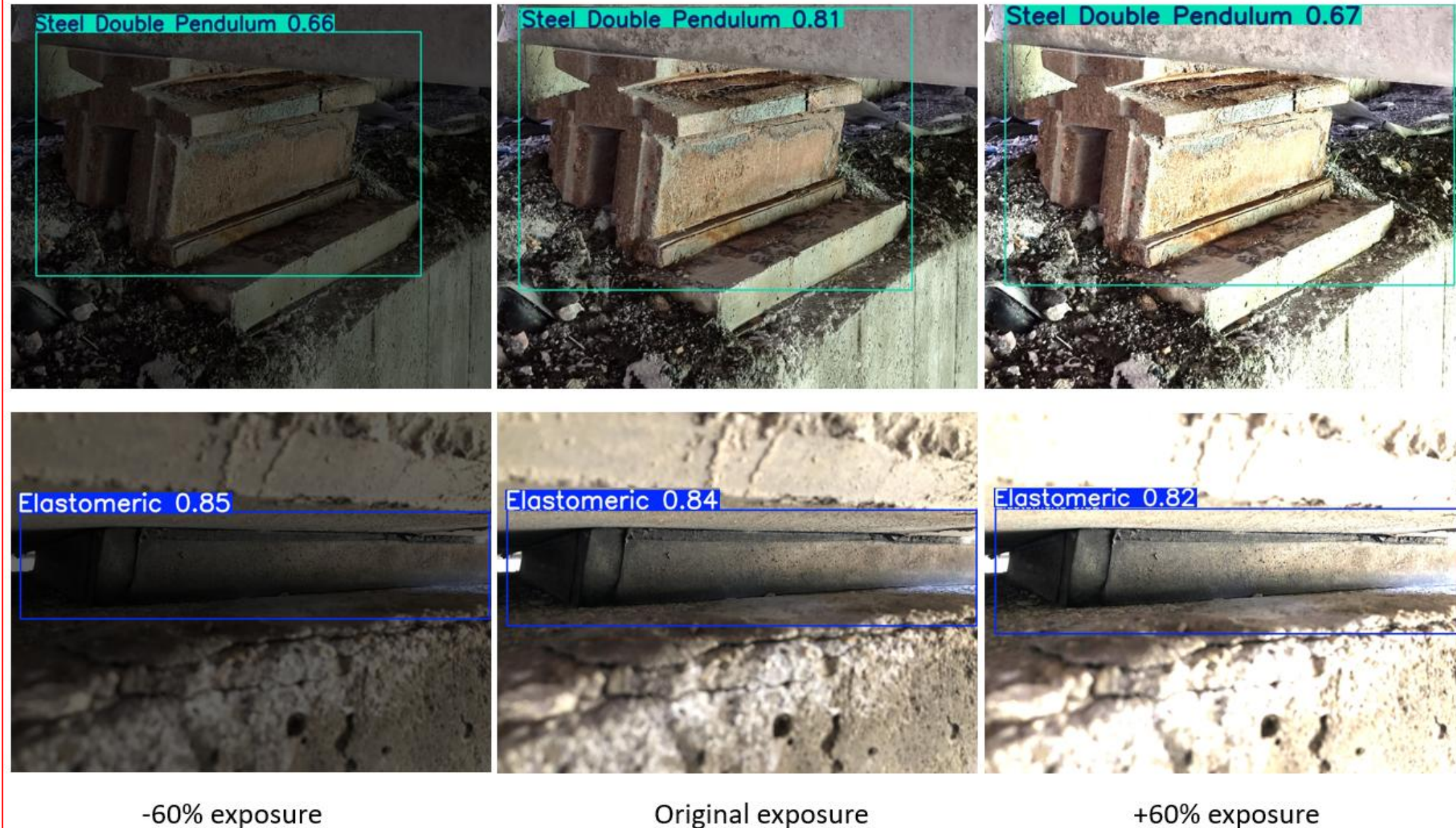


Inferenza tipologia


Inferenza effettuata su immagini appartenenti al **test set**,
immagini sconosciute al modello YoloV8n




Test in condizioni di illuminazione variate




Interfaccia grafica della procedura APPOGGI (beta)




APPOGGI
AI-based Procedure for
Prediction, Observation and
Generative Guided Inspection



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DEL
SALIZADA



diing
DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA



reluis

Modello YOLO

Confidenza IoU

difetti.xlsx


Template scheda

Immagini

0001 — img_0137-Fiume_Savio_Via_destra-Appoggi_04-Fiume_Savio_V

Elenco immagini analizzate

Quantificazione della difettologia



Cerniera in acciaio 0.88

Scheda (Descrizione + Tabella) Template

Descrizione tecnica (GPT)


L'immagine mostra un evidente degrado della superficie del materiale metallico, affetto da ossidazione e perdita di sezione. Inoltre, è presente un accumulo di depositi di materiale nell'area degli apparecchi di appoggio, che compromette il loro normale funzionamento.

Classe: Dispositivo: classe 4 – Cerniera in acciaio

difetto_id	estensione	intensità
App_2 – Ossidazione	1.0	1.0
App_5 – Presenza di detriti	1.0	1.0

Immagine post-inferenza

Descrizione della difettologia

Scheda Ispezione Ponti di Livello 1														
6	Appoggio N°	Strada di appartenenza Tecnico rilevatore						Progressiva km: Data ispezione: / /						
N°	Descrizione difetto	Visto	G	Estensione K1		Intensità K2		N° foto	PS	NA	NR	NP	Note	
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1					
App 1	Piastra di base deformata	<input type="checkbox"/>	2			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 2	Ossidazione	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 3	Bloccaggio	<input type="checkbox"/>	4				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 4	Preregolazione sbagliata	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 5	Presenza di detriti	<input type="checkbox"/>	2			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 6	Schiacciamento/Fuoriuscita lastre piombo	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Difetti d'appoggio in neoprene														
App 7	Invecchiamento neoprene	<input type="checkbox"/>	3			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 8	Deformazione orizzontle eccessiva	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 9	Schiacciamento/Fuoriuscita neoprene	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Difetti pendoli														
App 10	Ammaloramento pendoli in c.a.	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 11	Fuori piombo permanente	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Difetti carrelli (metallici)														
App 12	Ovalizzazione rulli metallici	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
App 13	Furi sede rulli metallici	<input type="checkbox"/>	4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Difetti appoggio generici														
App 14	Deterioramento Teflon	<input type="checkbox"/>	3			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	