



ANCEBOLOGNA

Collegio Costruttori Edili

ANCE | FERRARA

ANCE | MODENA



CONFINDUSTRIA EMILIA
AREA CENTRO: le imprese di Bologna, Ferrara e Modena

**LA SICUREZZA STATICA E SISMICA DEGLI EDIFICI PRODUTTIVI:
obblighi normativi, tipologie di interventi, costi medi, agevolazioni**

**L'apporto di prodotti, componenti tecnologiche e di
soluzioni strutturali nella messa in sicurezza degli
stabilimenti produttivi:
alcuni casi concreti di soluzioni con simulazioni dei costi**

Ing. Pierpaolo Semproli

pierpaolo.semproli@teleios-ing.it

TELEIOS

SOCIETA' DI INGEGNERIA

Castel Maggiore (BO)

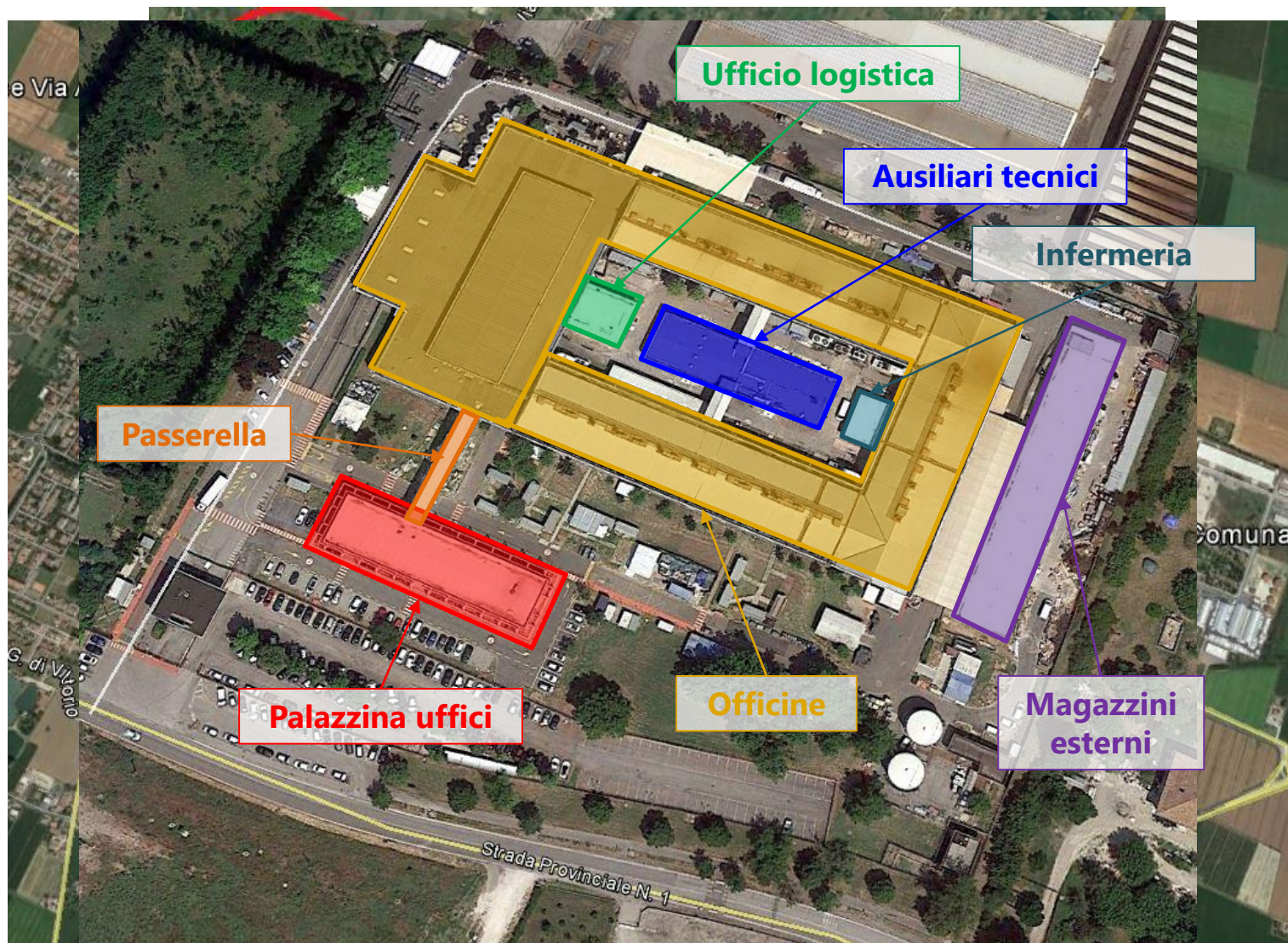


Stabilimento Magneti Marelli di Crevalcore

- Impianto industriale dedicato alla **produzione di componenti powertrain per l'automotive**
- Inaugurato nel 1973
- Area occupata: 30'000 m²
- Organico: 300 dipendenti
- Produzione **h24** focalizzata sulla realizzazione di collettori d'aria e corpi farfallati, oltre a componenti per cambi automatici
- Gli **interventi strutturali** hanno interessato un totale di 6 edifici:
 - 3 sono stati **ristrutturati** e adeguati per resistere al sisma
 - 3 sono stati **demoliti** e ricostruiti *ex-novo*

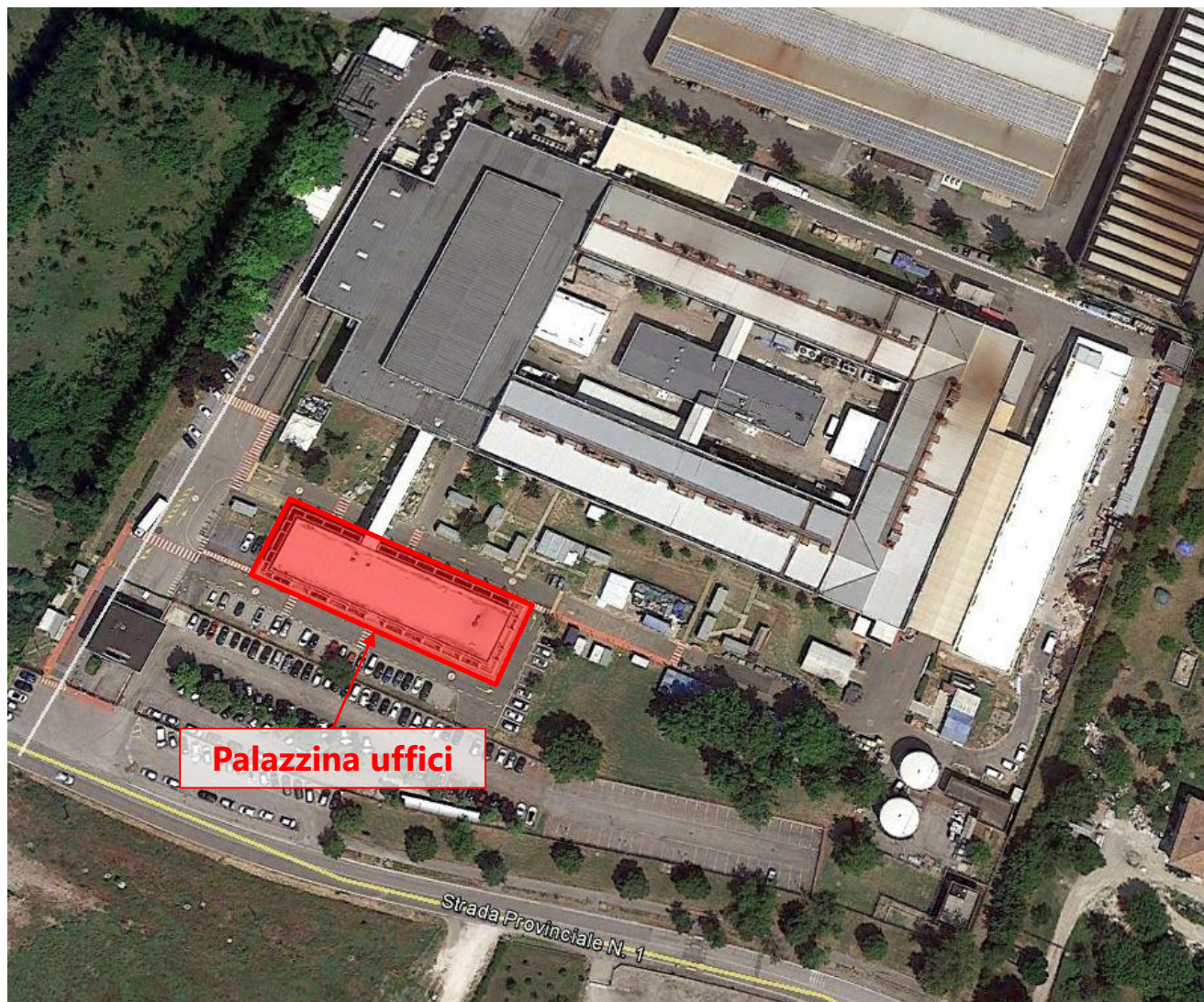
The logo for Magneti Marelli, featuring the words "MAGNETI" and "MARELLI" in a bold, blue, sans-serif font. The letters are slightly slanted and have a 3D effect, with the top and bottom edges appearing to be slightly raised or shadowed.

Posizione e inquadramento generale



**Caso di studio 1:
la palazzina uffici e servizi di
Magneti Marelli
a Crevalcore (BO)**

Posizione e inquadramento generale



Inquadramento generale

Situazione Pre-Intervento



Situazione Post-Intervento

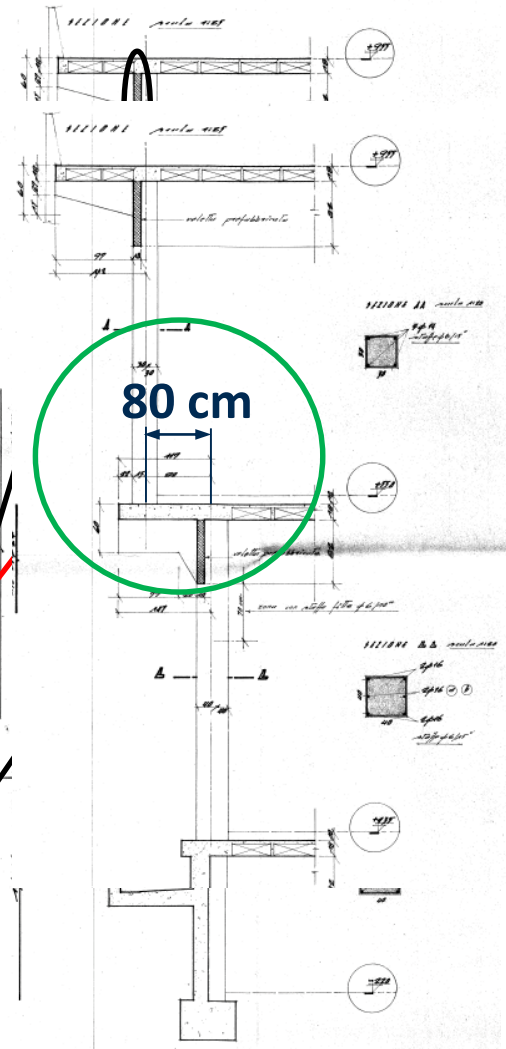


Caratteristiche del fabbricato originale

- Costruito negli anni 1973 e 1974
- **Costruito in C.A. in opera e progettato per resistere ad azioni verticali**
- **Zona classificata non sismica al tempo dell'edificazione**
- Struttura a pianta rettangolare costituita da **due piani in elevazione e da un piano interrato**
 - **Struttura portante composta da una sequenza di n° 12 telai in C.A.** costituiti da travate di luce pari a 11.25 m (primi due impalcati dal basso) e 12.85 m (impalcato di copertura).
 - **Pilastri** di sezione 40x40 cm (P.T.) e 30x30 (1°P.)
 - **Piano seminterrato costituito da pareti in C.A.** dello spessore di 20cm interposte tra i pilastri di sezione 40x40 cm
 - **Solai in latero-cemento** con travetti e pignatte da 16 cm e soletta di 2 cm non armata di rasatura, quindi di **TIPO NON RIGIDO IN QUANTO PRIVI DI SOLETTA COLLABORANTE**

Criticità presenti nel fabbricato originale

- **Disassamento tra pilastri** del primo e del secondo piano di una lunghezza pari a 80 cm
- **Labilità** della struttura superiore **nei confronti delle azioni e orizzontali** in direzione del lato maggiore
- La **resistenza al sisma** in tale direzione era legata principalmente alla **rigidezza torsionale della mensola** con l'eventuale contributo di ipotetiche connessioni tra pilastri e **velette prefabbricate**



Criticità presenti nel fabbricato originale

La valutazione della sicurezza allo stato di fatto ha riportato i seguenti principali risultati:

Elemento strutturale	Livello di vulnerabilità
Telaio in C.A.	20%

Ciò comporta che la struttura esistente presentava una **resistenza all'azione sismica del 20 %** rispetto alla prestazione richiesta per una nuova costruzione (gli elementi più critici sono risultati i pilastri del primo piano)

Per questo edificio, Magneti Marelli ha scelto di eseguire un **ADEGUAMENTO SISMICO DELLE STRUTTURE (100%), portando la resistenza pari a quella di un edificio di nuova costruzione**

Danni rilevati in seguito all'evento sismico del 2012



Danni rilevati in seguito all'evento sismico del 2012



COMANDO PROVINCIALE VIGILI DEL FUOCO DI BOLOGNA

Si comunica che in data 31/5/2012, a seguito dell'evento sismico avvenuto in data 20/5/2012 e successivo in data 29/5/2012 nella Pianura Padana Emiliana, sono stati eseguiti dei sopralluoghi speditivi da parte di personale tecnico di questo Comando, atti a verificare le condizioni di sicurezza dei seguenti edifici situati in Comune di Crevalcore:

- "Magneti Marelli", via Mezzo Levante 2339. Si dichiara l'INAGIBILITA' della palazzina uffici, mensa, e spogliatoio per lesioni alle scale, con esclusione della sola cucina, del tunnel di collegamento tra la suddetta palazzina ed il reparto produttivo a causa del distacco della stessa dalle pareti, e della palazzina magazzini esterni a causa delle lesioni gravi ai tamponamenti esterni.

**Dichiarazione di
INAGIBILITÀ rilasciata dai
tecnici dei VV. FF.**

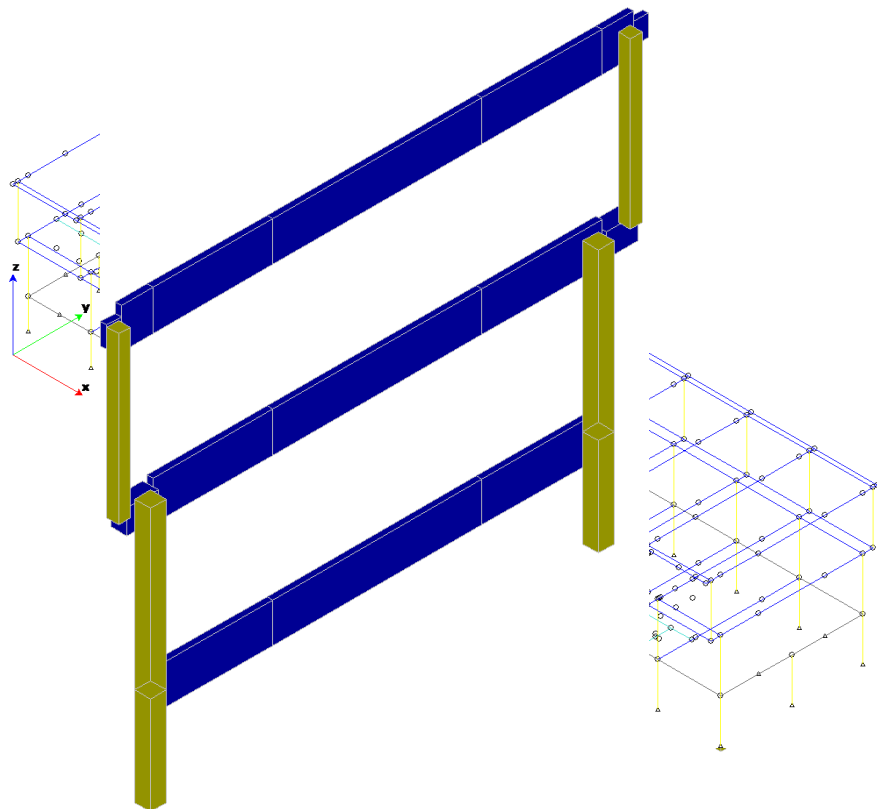
Intervento di adeguamento sismico

ESOSCHELETRO IN ACCIAIO

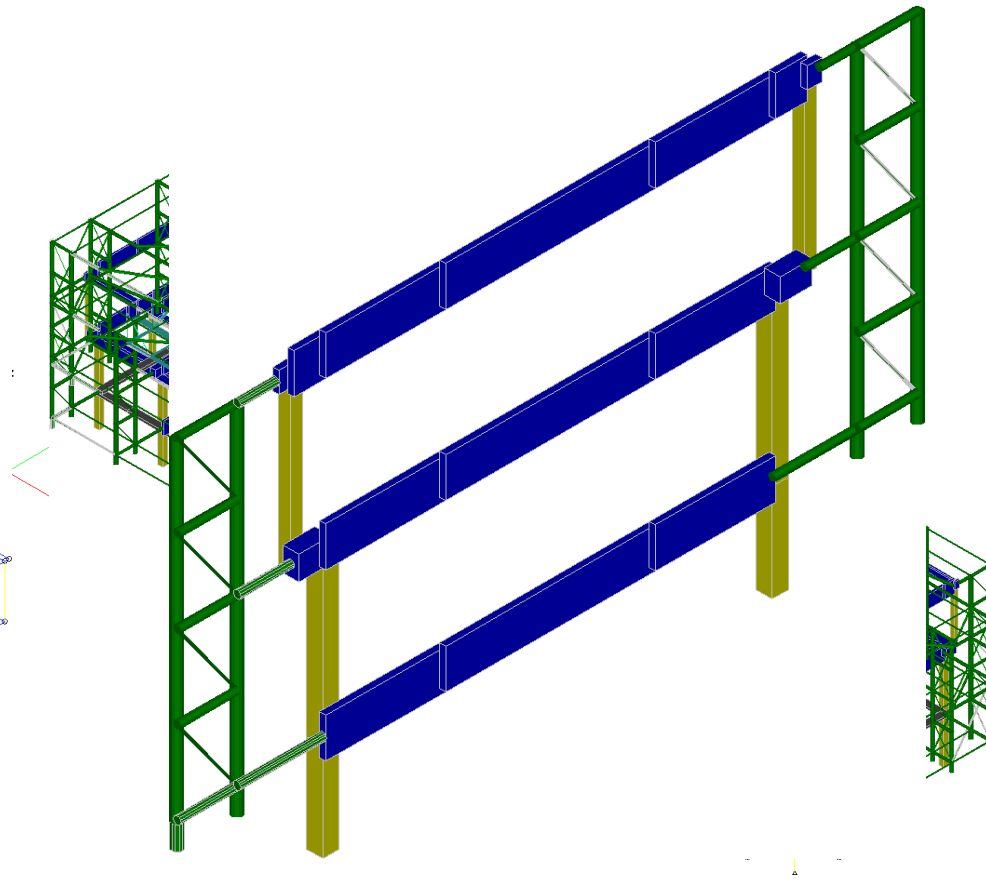
- Intervento “integrativo” per le strutture esistenti
- **Sismoresistente al 100%** della prestazione prevista dal D.M. 2008
- Resistenza a **carichi statici** → **Struttura esistente**
- Resistenza a **carichi sismici** → **Esoscheletro in acciaio**
- Struttura dissipativa che ha permesso di ottenere strutture fondali e in elevazione molto contenute
- Fondato su micropali valvolati
- **PROGETTATO NEL RISPETTO DELLA GERARCHIA DELLE RESISTENZE** anche se, in fase realizzativa, si sono incontrate **DIFFICOLTÀ NEL REPERIMENTO DI ACCIAIO CONFORME AL D.M. 2008 E UTILIZZABILE IN COSTRUZIONI PROGETTATE PER LA GdR**

Intervento di adeguamento sismico

CONDIZIONE PRECEDENTE
ALL'INTERVENTO



CONDIZIONE SUCCESSIVA
ALL'INTERVENTO

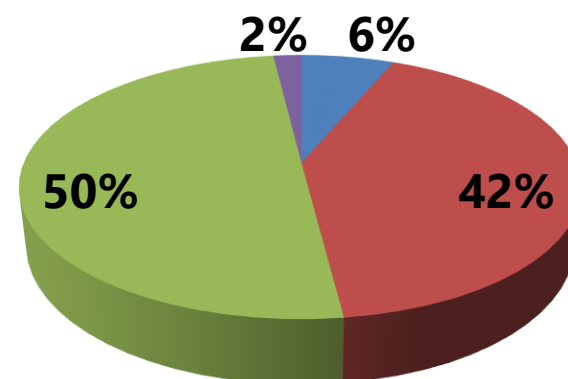


Intervento di adeguamento sismico

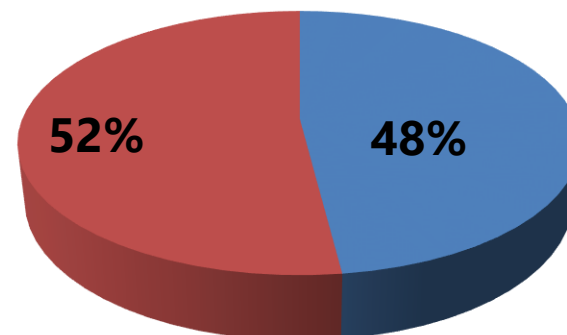


Analisi dei costi – Opere strutturali

Opere strutturali	Incidenza
Plinti	6%
Pali di fondazione	42%
Esoscheletro in tubi d'acciaio	50%
Interventi strutturali su strutture in C.A.	2%
Totale opere strutturali	100%



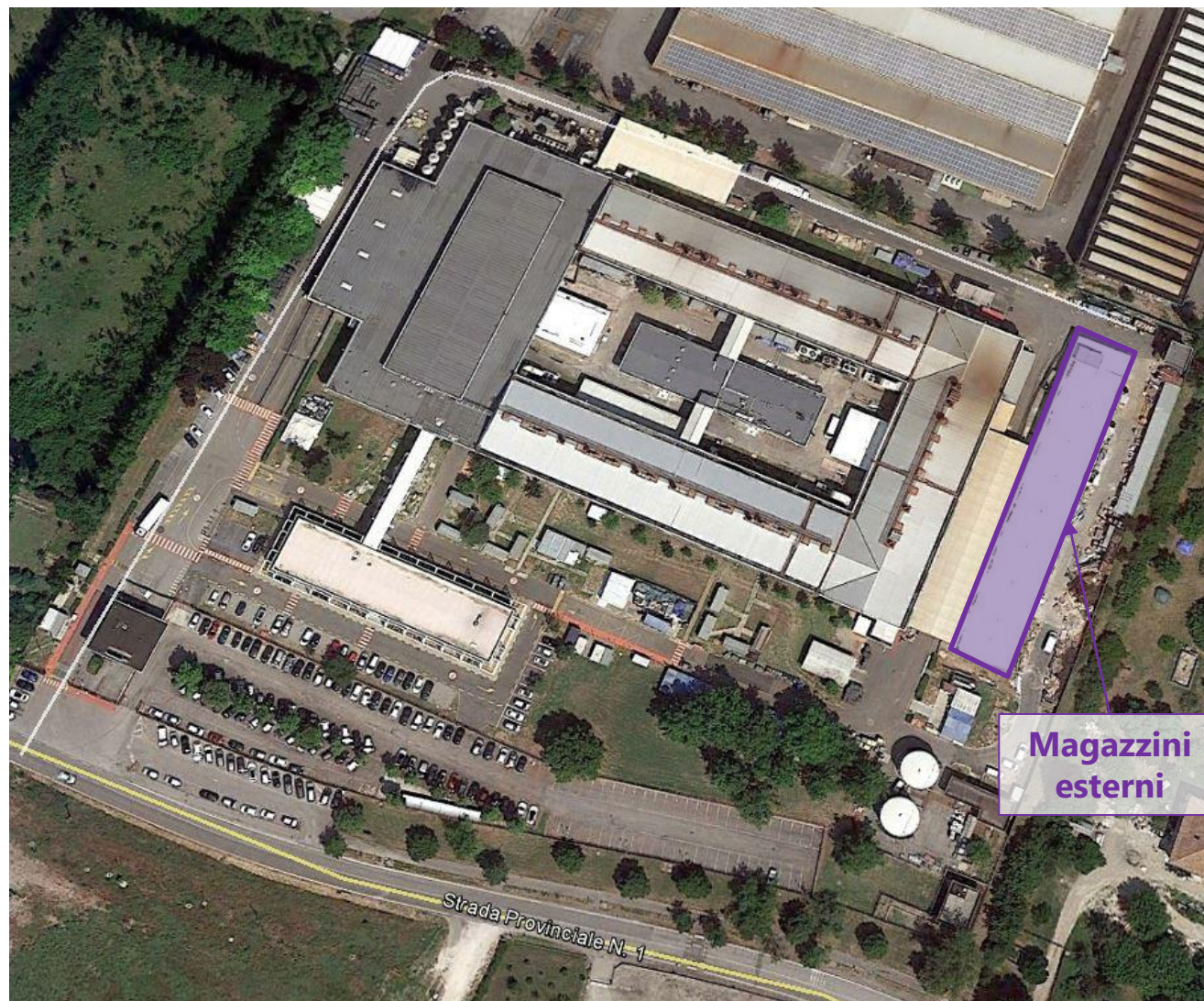
Opere strutturali	Incidenza
Strutture di fondazione	48%
Strutture in elevazione	52%
Totale opere strutturali	100%



	Incidenza €/m ²	Incidenza €/m ³
Strutture di fondazione	160	42
Strutture in elevazione	170	46
Totale opere strutturali	330 €/m²	88 €/m³

Caso di studio 2: i magazzini esterni Magneti Marelli a Crevalcore (BO)

Posizione e inquadramento generale



Magazzini
esterni

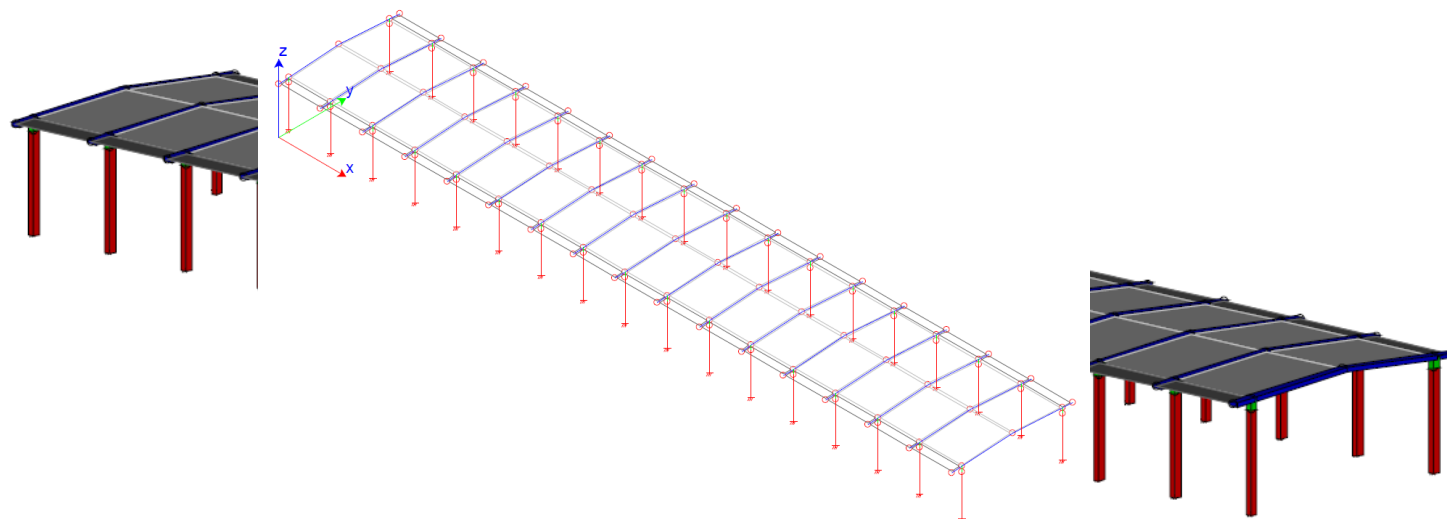
Caratteristiche del fabbricato originale

- **Costruito in C.A. prefabbricato (non precompresso), progettato per resistere ad azioni verticali**
- **Zona classificata non sismica al tempo dell'edificazione**
- **Struttura a pianta rettangolare costituita dal singolo piano**
- **Struttura portante composta da una sequenza di n° 17 telai in C.A.**
 - **Pilastri:** prefabbricati C.A. di dimensioni 30x40 cm
 - **Travi:** prefabbricate in C.A., a doppia pendenza, altezza variabile 45 - 117 cm; luce di 12.0 m
 - **Fondazioni a plinti isolati**, con bicchiere prefabbricato in appoggio su sottofondazione debolmente armata di dimensioni 180x190 cm
 - **Solaio di copertura:** costituito da pannelli prefabbricati di lunghezza 5 m in latero-cemento di spessore 16+1 cm
 - **Tamponamenti** sono costituiti da elementi in laterizio forato

Criticità presenti nel fabbricato originale

- **Mancanza di collegamento efficace tra travi e pilastri**, con le prime semplicemente appoggiate e la resistenza allo scorrimento affidata esclusivamente all'attrito
- Collegamento tra travi prefabbricate e i pannelli del solaio realizzato con **getto di completamento insufficientemente armato** per costituire un vincolo efficace.
I **pannelli risultano semplicemente appoggiati** (per 5 cm) sull'estradosso della trave.
La **caldana** di completamento di spessore 1 cm **non garantisce un comportamento rigido dell'impalcato**

Criticità presenti nel fabbricato originale



La valutazione della sicurezza allo stato di fatto ha riportato i seguenti principali risultati:

Elemento strutturale	Livello di vulnerabilità
Pilastri	19%
Fondazioni	42%

Ciò comporta che **la struttura esistente presentava una resistenza all'azione sismica del 19% rispetto alla prestazione richiesta per una nuova costruzione**

Intervento di adeguamento sismico – FASE 1

VINCOLAMENTO NODO TRAVE-PILASTRO

Installazione di piastre metalliche appositamente progettate aventi funzione di ritegno passivo trave-pilastro senza modifica dello schema statico originale



Intervento volto a ottenere **l'AGIBILITÀ PROVVISORIA** al fine di **NON INTERROMPERE L'UTILIZZO DELL'EDIFICIO**

Intervento di adeguamento sismico – FASE 2

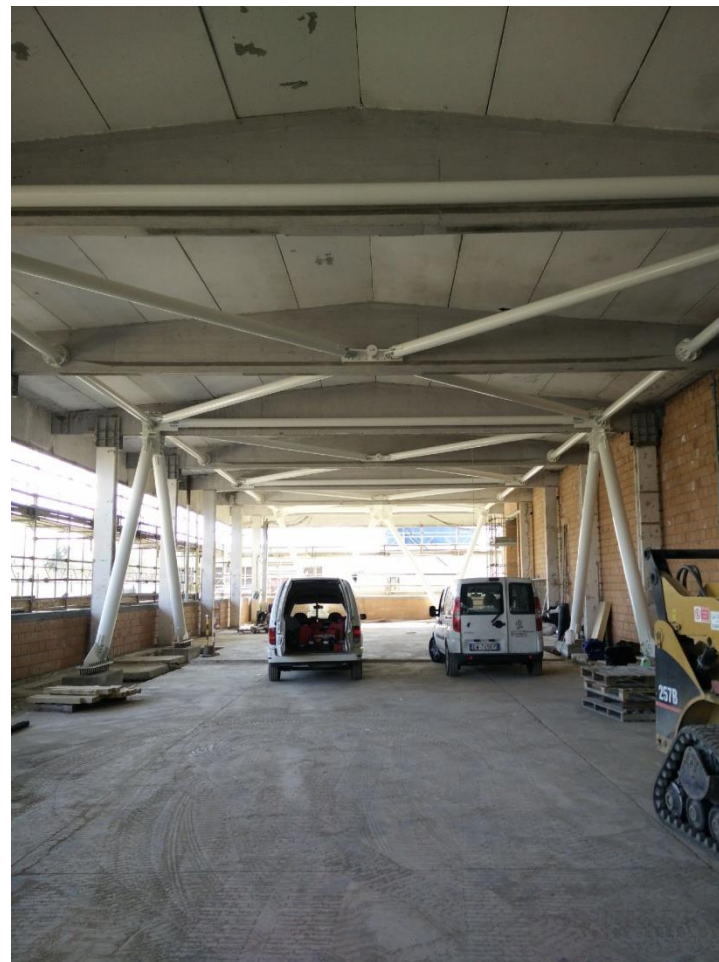
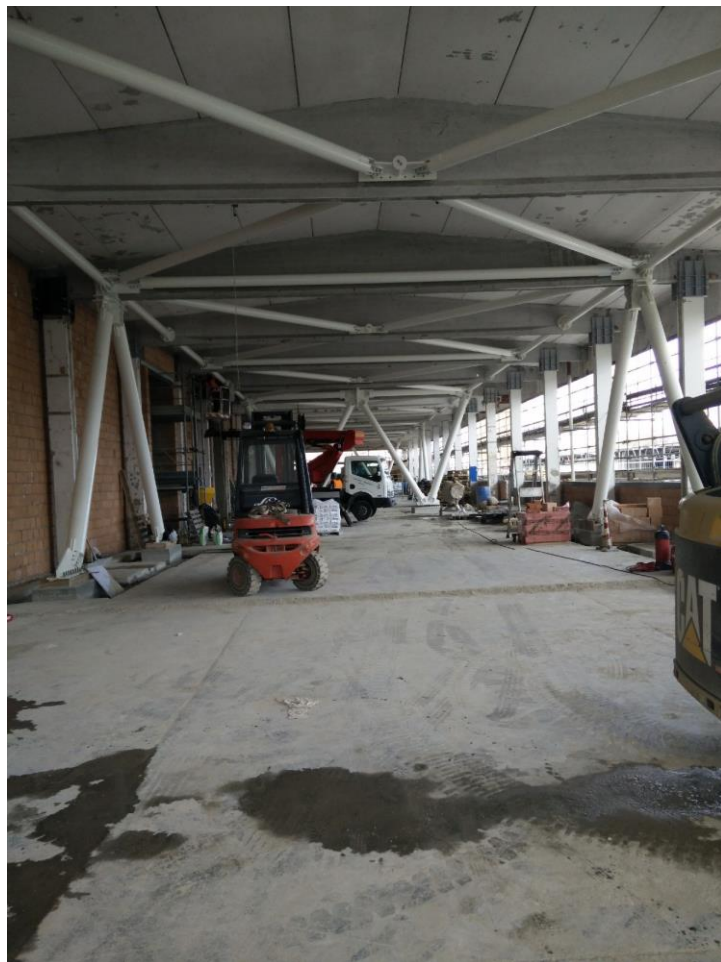
NUOVO SISTEMA STRUTTURALE

Realizzato al fine di resistere alla totalità delle azioni orizzontali sismiche

- **Piano ORIZZONTALE:** sistema reticolare costituito da correnti di falda, tiranti di falda e diagonali
- **Piano VERTICALE:** realizzazione di due differenti tipologie di controvento
 - Direzione longitudinale: 4 coppie di elementi disposti a “*V rovescia*”
 - Direzione trasversale: 3 controventi a “*W*”, che incontrano le rispettive travi di copertura in 3 punti e sono vincolati a terra mediante 2 plinti su pali

Intervento di adeguamento sismico – FASE 2

Sistema reticolare di copertura (ORIZZONTALE)



Intervento di adeguamento sismico – FASE 2

Controventi VERTICALI

Elementi “a V rovescia”

(direzione longitudinale)

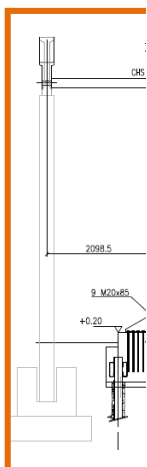
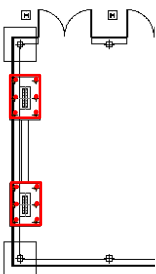
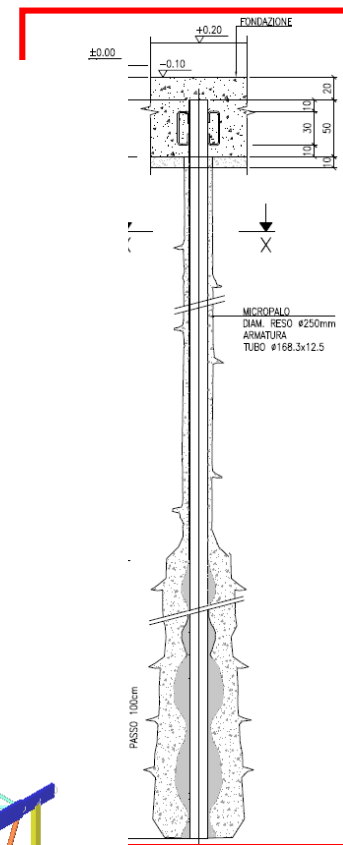
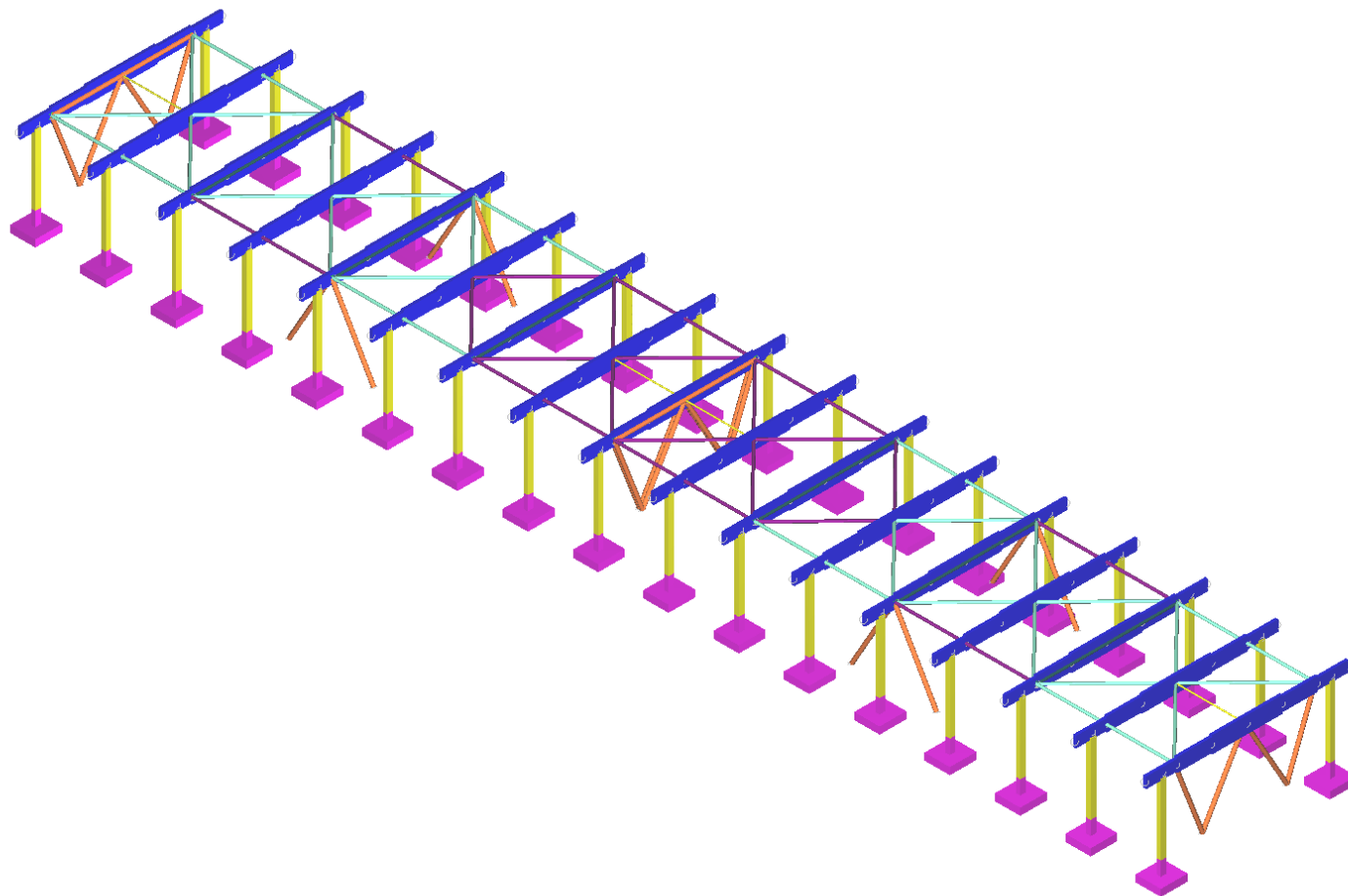


Elementi “a W”

(direzione trasversale)



Intervento di adeguamento sismico – FASE 2

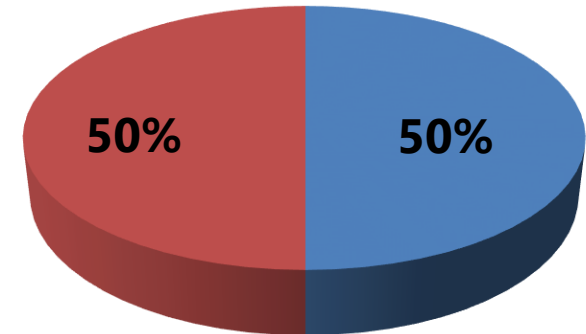


FONDAZIONE

FONDAZIONE

Analisi dei costi – Opere strutturali

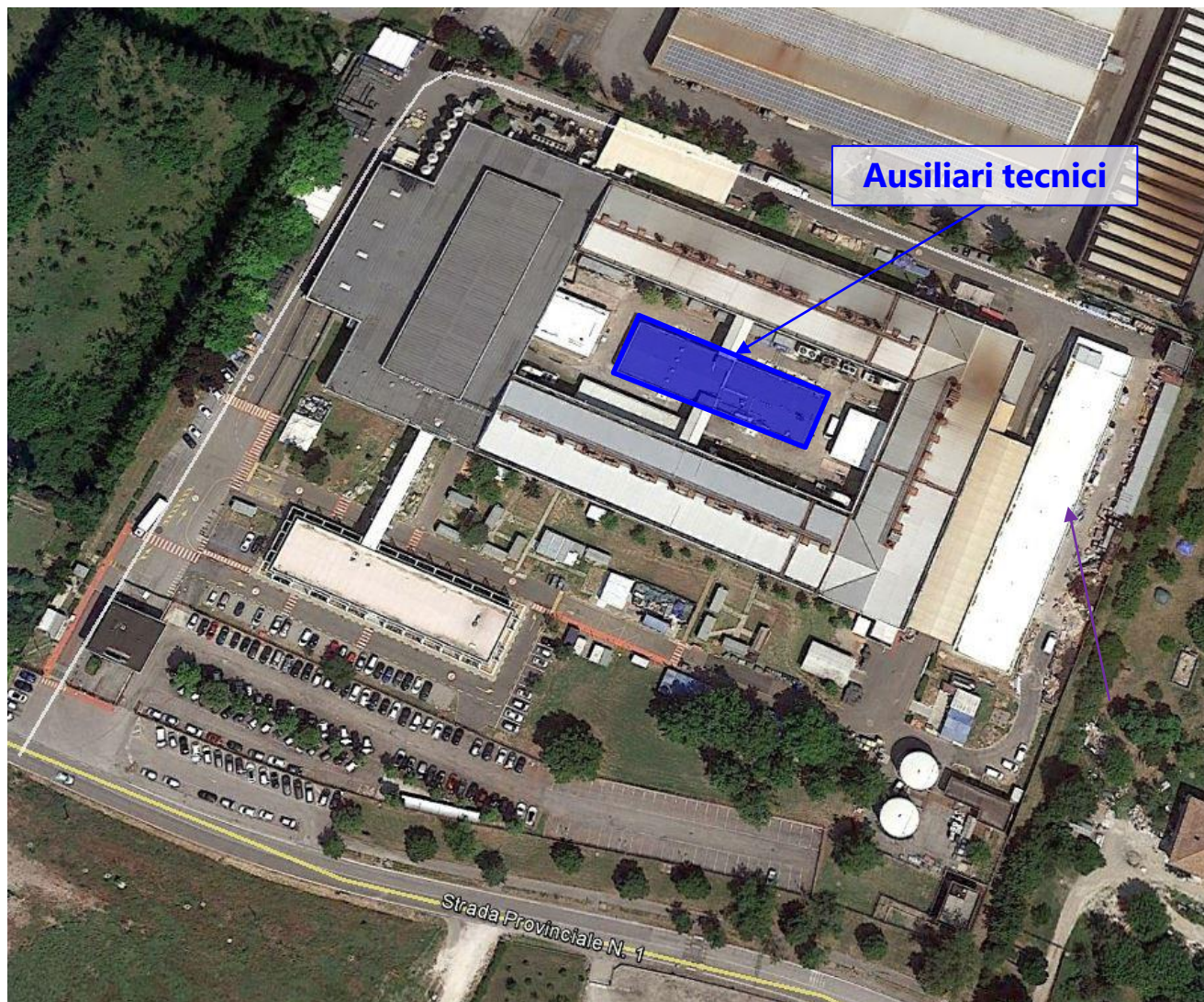
Opere strutturali	Incidenza
Strutture di fondazione	50%
Strutture in elevazione	50%
Totale	100%



	Incidenza €/m ²	Incidenza €/m ³
Strutture di fondazione	160	27
Strutture in elevazione	160	27
Totale opere strutturali	320 €/m²	54 €/m³

**Caso di studio 3:
gli ausiliari tecnici di
Magneti Marelli
a Crevalcore (BO)**

Posizione e inquadramento generale



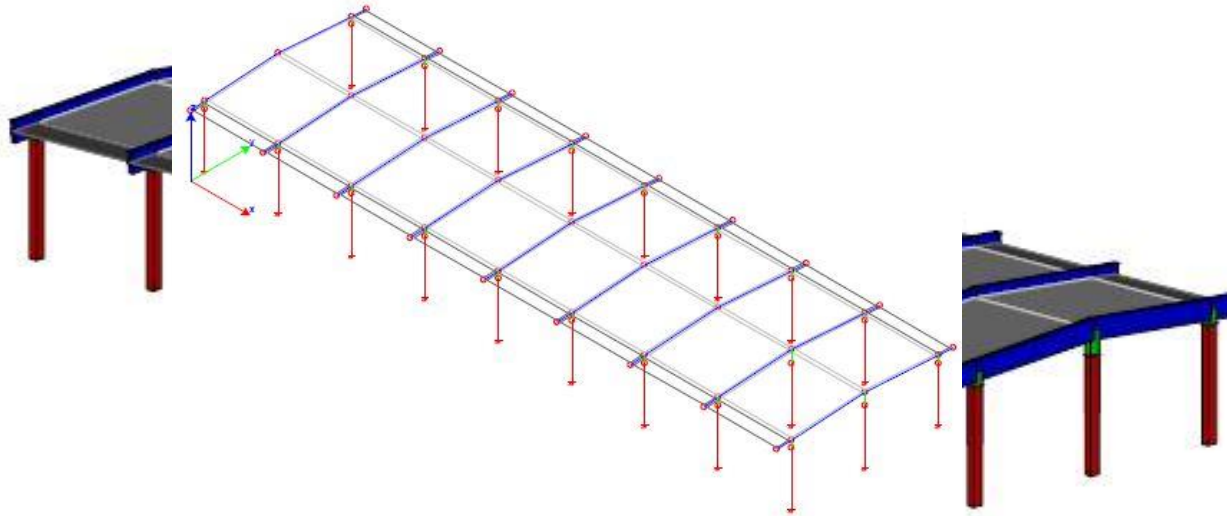
Caratteristiche del fabbricato originale

- **Costruito in C.A. prefabbricato (non precompresso) e progettato per resistere ad azioni verticali - Zona classificata non sismica al tempo dell'edificazione**
- **Struttura a pianta rettangolare costituita da piano terra e da un piano interrato in C.A. gettato in opera esteso nella parte est del fabbricato**
 - **Struttura portante composta da una sequenza di n° 9 telai in C.A.**
 - **Pilastri:** prefabbricati C.A. di dimensioni 30x40 cm
 - **Travi:** prefabbricate in C.A., a doppia pendenza, altezza variabile 45 - 117 cm; luce di 12.0 m
 - **Fondazioni a plinti isolati**, con bicchiere prefabbricato in appoggio su sottofondazione debolmente armata di dimensioni 180x190 cm
 - **Solaio di copertura:** costituito da pannelli prefabbricati di lunghezza 5 m in latero-cemento di spessore 16+2 cm
 - **Tamponamenti** sono costituiti da elementi in laterizio forato

Criticità presenti nel fabbricato originale

- **Mancanza di collegamento efficace tra travi e pilastri**
- Collegamento tra travi prefabbricate e i pannelli del solaio realizzato con **getto di completamento insufficientemente armato** per costituire un vincolo efficace.
La **caldana** di completamento di spessore 2 cm **non garantisce un comportamento rigido dell'impalcato**

Criticità presenti nel fabbricato originale



La valutazione della sicurezza allo stato di fatto ha riportato i seguenti principali risultati:

Elemento strutturale	Livello di vulnerabilità
Pilastri	15%
Fondazioni	31%

Ciò comporta che **la struttura esistente presentava una resistenza all'azione sismica del 15% rispetto alla prestazione richiesta per una nuova costruzione**

Intervento di adeguamento sismico – FASE 1

VINCOLAMENTO NODO TRAVE-PILASTRO

Installazione di piastre metalliche appositamente progettate aventi funzione di ritegno passivo trave-pilastro senza modifica dello schema statico originale



Intervento volto a ottenere l'**AGIBILITÀ PROVVISORIA** al fine di **NON INTERROMPERE L'UTILIZZO DELL'EDIFICIO**

Intervento di adeguamento sismico – FASE 2

NUOVO SISTEMA STRUTTURALE

Sistema strutturale spaziale in acciaio in grado di resistere ad azioni sismiche collegato alla struttura esistente e a **nuove fondazioni costituite da plinti su pali**

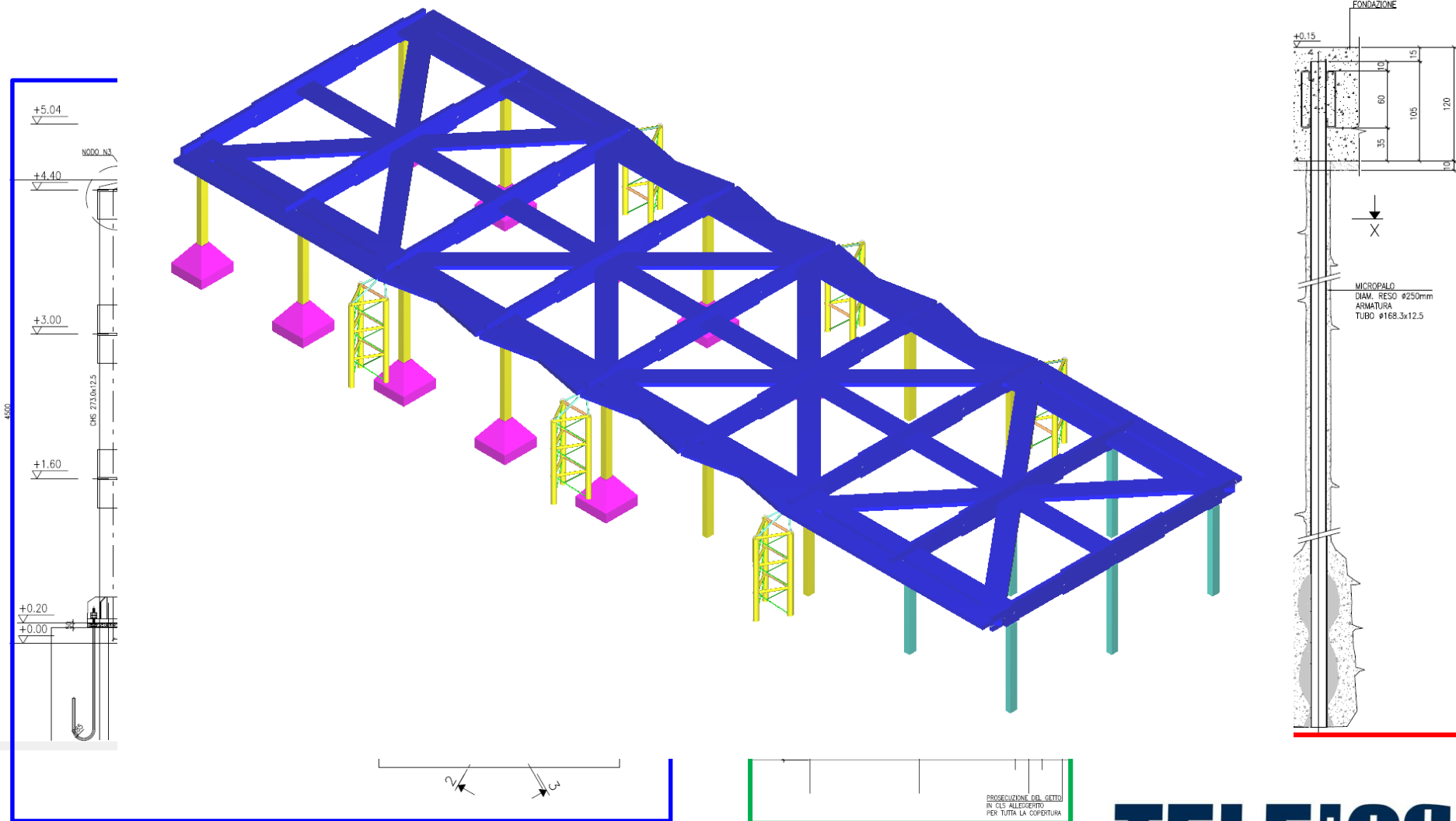
Strutture in elevazione



Strutture di fondazione

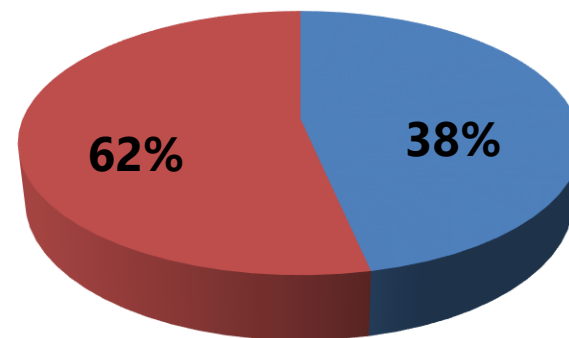


Intervento di adeguamento sismico – FASE 2



Analisi dei costi – Opere strutturali

Opere strutturali	Incidenza
Strutture di fondazione	38%
Strutture in elevazione e irrig. coperto	62%
Totale opere strutturali	100%



	Incidenza €/m ²	Incidenza €/m ³
Strutture di fondazione	90	15
Strutture in elevazione e coperto	150	25
Totale opere strutturali	240 €/m²	40 €/m³

**GRAZIE
PER
L'ATTENZIONE**