

Research Programme of the Research Fund for Coal and Steel

Steel RTD

*Project carried out with a financial grant of the
Research Programme of the Research Fund for Coal and Steel*

Deliverable 3.1

Translations of technical sheets and working examples

Technical Group

TGS 8 “Steel products and applications for buildings, construction and industry”

STEEL-EARTH: Steel-based applications in earthquake-prone areas

Project Acronym STEEL-EARTH

Grant Agreement Number: Contract N° RFS2-CT-2014-00022

Coordinator: Silvia Caprili, University of Pisa

Authors: All partners – see inside for specific contributions

Start Date: 01/07/2014

Ed Date: 31/12/2015

DESIGN OF STEEL CONCRETE COMMERCIAL BUILDINGS BRACED BY PREFABRICATED REINFORCED CONCRETE WALL SYSTEMS ALSO COUPLED WITH ENHANCED DISSIPATIVE SYSTEMS

Loris Bianco, Roberta Mallardo, Pietro Filipuzzi (Ferriere Nord S.p.A)

1. Εισαγωγή

Οι παρακάτω παράγραφοι εξηγούν το κύριο αντικείμενο της συνεισφοράς του Ferriere Nord SpA (FeNO) στην έρευνα του *Precasteel*, σχετικά με την ανάλυση προκατασκευασμένων τοιχωμάτων Ο/Σ διπλής πλάκας ως εναλλακτικό σύστημα συνδέσμου σε χαμηλά μεταλλικά κτίρια εμπορικής χρήσης που βρίσκονται σε σεισμικές περιοχές, και συγκεκριμένα τον καθορισμό διατάξεων διατμητικών τοιχωμάτων και επιπέδων φόρτισης σε σχέση με μια καινοτόμο απλοποιημένη διαδικασία προδιαστασιολόγησης.

Ένα από τα κομμάτια της έρευνας που αναπτύχθηκε σε βάθος από το FeNO επικεντρώθηκε στη σύγκριση μεταξύ λύσεων τοιχωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος (Ο/Σ) και συστημάτων κεντρικών και έκκεντρων μεταλλικών συνδέσμων, υπογραμμίζοντας την ικανότητά τους για απορρόφηση σεισμικής ενέργειας και κατ' επέκταση την επιρροή τους στο κόστος της κατασκευής.

2. Αντικείμενο σχεδιασμού

Η προαναφερθείσα απλοποιημένη προσέγγιση σχεδιασμού έχει ως στόχο να επιταχύνει και να διευκολύνει όλες τις αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν σε σχέση με την ευκολία εφαρμογής και βέβαια, να προσφέρει μια οικονομική εκτίμηση της επένδυσης.

Στη βάση μιας προκαταρκτικής ανάλυσης στατιστικών δεδομένων, οι κατασκευαστικές διατάξεις ορίστηκαν ως καθορισμένες γεωμετρίες (μήκος ανοιγμάτων, αριθμός ορόφων, διάταξη δαπέδου ή κλίση στέγης) ώστε να είναι συνεπείς με τις στεγαζόμενες δράσεις, βιομηχανικές ή εμπορικές και ανταγωνιστικές σε σχέση με το μερίδιο αγοράς του σκυροδέματος. Η επιλεγμένες κατασκευαστικές λύσεις για κτίρια με εμπορική χρήση σχεδιάστηκαν επαναληπτικά, διαφοροποιώντας τις γεωμετρικές παραμέτρους και τα στατικά συστήματα αντίστασης, έτσι ώστε να καθοριστούν οι βέλτιστες μεταλλικές και σύμμικτες λύσεις.

Ο επαναληπτικός σχεδιασμός πολλών κατασκευών, με την ενσωμάτωση και της ανάλυσης κόστους, μετατράπηκε σε μια ολοκληρωμένη ανάλυση απόδοσης όπου η απόδοση της κατασκευής (που εκτιμάται εφαρμόζοντας το κανονιστικό πλαίσιο του Ευρωκώδικα) εναρμονίστηκε με το κόστος κατασκευής. Το μοντέλο κόστους έλαβε υπόψη πληροφορίες προερχόμενες από τρεις διαφορετικές χώρες (Ιταλία – Νότια Ευρώπη, Γερμανία – Κεντρική Ευρώπη, Ρουμανία – Ανατολική Ευρώπη), με τέτοιο τρόπο ώστε να νιοθετήσει τυποποιημένες τιμές αναφοράς και να εξατομικεύσει το σε ποιες εθνικές αγορές κάποιες λύσεις μπορούν να είναι ανταγωνιστικές ή όχι.

Θεωρώντας εμπορικά κτίρια, οι λύσεις που προέκυψαν από τη στατιστική ανάλυση και την ανάλυση κόστους αποτέλεσαν γενικά μια σπονδυλωτή λύση, κατά την οποία δύο κύριες κατασκευές συνδυάστηκαν και αφιερώθηκαν σε διαφορετικούς ρόλους:

- μια κατασκευή βαρύτητας για να φέρει να κατακόρυφα φορτία,
- μια κατασκευή συνδέσμων για να φέρει σεισμικά φορτία.

Τα λεπτομερή αριθμητικά προσομοιώματα και οι μελέτες για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης λύσεων για εμπορικά κτίρια αφιερώθηκαν στην εκτίμηση της πραγματικής συμπεριφοράς σε σεισμό διαφορετικών συστημάτων οριζόντιων συνδέσμων. Οι παρακάτω κατασκευαστικές διατάξεις μελετήθηκαν:

- εμπορικά κτίρια εξοπλισμένα με μεταλλικά πλαίσια κεντρικών συνδέσμων (UniCAM);
- εμπορικά κτίρια εξοπλισμένα με μεταλλικά πλαίσια έκκεντρων συνδέσμων (UniCAM);

- εμπορικά κτίρια εξοπλισμένα με προκατασκευασμένα τοιχώματα Ο/Σ (FeNO);
- εμπορικά κτίρια εξοπλισμένα με υψηλής απόσβεσης ελαστικά εφέδρανα μεταξύ κατασκευής βαρύτητας και προκατασκευασμένων τοιχωμάτων Ο/Σ.

Το τελευταίο μέρος της έρευνας επικεντρώθηκε στον καθορισμό μιας μεθόδου σχεδιασμού (διαδικασία) κατάλληλης για να υποστηρίξει τους επαγγελματίες μηχανικούς στη χρήση των λύσεων που μελετώνται στο *Precasteel*, ώστε να δημιουργηθεί ένα καινοτόμο και υψηλής ποιότητας λογισμικό για την αξιοποίηση και τη χρησιμοποίηση των κατασκευαστικών λύσεων που προτείνονται. Το αυτοματοποιημένο λογισμικό έγινε μια διαδικτυακή εφαρμογή που κάθε μηχανικός μπορεί να χρησιμοποιήσει από το γραφείο του για τον προκαταρκτικό σχεδιασμό μιας ολοκληρωμένης κατασκευής για βιομηχανικές και εμπορικές δραστηριότητες, χρησιμοποιώντας τις λύσεις του *Precasteel*. Η διαδικτυακή εφαρμογή λειτουργεί ως ένα γραφικό περιβάλλον φιλικό προς το χρήστη, το οποίο, ξεκινώντας από μια πεπερασμένη σειρά παραμετρικοποιημένων και βελτιστοποιημένων δεδομένων, εφοδιάζει με τα σχέδια και την εκτίμηση του κόστους της κατασκευής, των δαπέδων, της στέγης και των συνδέσεων των βιομηχανικών και εμπορικών κτιρίων.

3. Δεδομένα σχεδιασμού

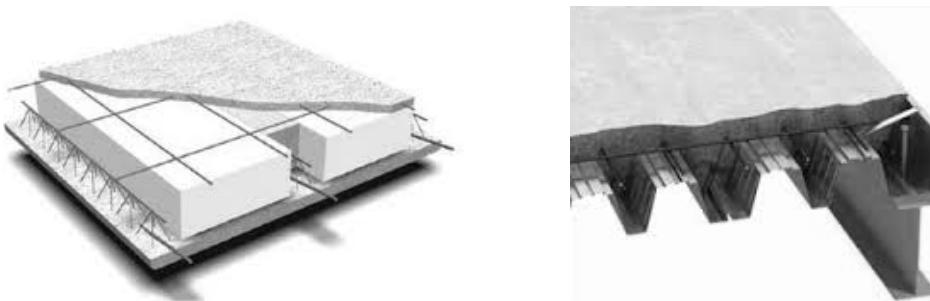
Ο καθορισμός μιας διαδικασίας προδιαστασιολόγησης για εμπορικά κτίρια, που μπορεί να εφοδιάσει τους μελετητές με κάποιες λύσεις πάνω σε τοιχώματα Ο/Σ ως εναλλακτικά συστήματα συνδέσμων, βασίζεται σε κάποιες θεωρήσεις σχετικά με τις γεωμετρικές παραμέτρους και συγκεκριμένα επίπεδα φόρτισης:

Γεωμετρικές θεωρήσεις:

- ύψος τοιχώματος μεταξύ ορόφων:
 $H = 6 - 8 \text{ m}$ (μονώροφα κτίρια);
 $H = 4 - 5 - 6 \text{ m}$ (διώροφα κτίρια);
- πλάτος τοιχώματος:
 $B = 8 - 10 - 12 \text{ m}$ (μονώροφα κτίρια);
 $B = 4 - 5 - 6 \text{ m}$ (διώροφα κτίρια);
- πάχος τοιχώματος:
 $s = 0.20 - 0.25 - 0.30 - 0.35 - 0.40 \text{ m}$.

Θεωρήσεις για τα φορτία:

- μέγιστη τέμνουσα βάσης οριζόντιων φορτίων (σεισμός, άνεμος) για μονό τοίχωμα Ο/Σ:
 $V_b = 500 - 1000 - 1500 - 2000 \text{ kN}$;
- μόνιμο φορτίο στέγης/δαπέδου:
 $G_{1k} = 2.85 \text{ kN/m}^2$ (ίδιο βάρος συστημάτων δαπέδου, βλέπε Σχήμα 1);



Σχήμα 1: Τυπολογίες δαπέδου Ο/Σ (*Predalle*) και σύμικτου δαπέδου με χαλυβδόφυλλο.

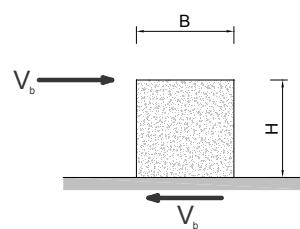
- μόνιμο φορτίο για σύμικτη λειτουργία:
 $G_{2k} = 1.80 \text{ kN/m}^2$;

- βαρύ κινητό φορτίο:
 $Q_k = 8.00 \text{ kN/m}^2$ (εμπορικές δραστηριότητες);
- βασικό κινητό φορτίο:
 $Q_k = 5.00 \text{ kN/m}^2$ (εμπορικές δραστηριότητες);
- ελαφρύ κινητό φορτίο:
 $Q_k = 2.00 \text{ kN/m}^2$ (χιόνι);
- επίπεδο σεισμικότητας (PGA, μέγιστη εδαφική επιτάχυνση):
 $a_g = 0.08 \text{ g}$ (χαμηλή σεισμικότητα);
 $a_g = 0.16 \text{ g}$ (μέτρια σεισμικότητα);
 $a_g = 0.32 \text{ g}$ (υψηλή σεισμικότητα);
- τα τοιχώματα Ο/Σ σχεδιάζονται ώστε να ανθίστανται στις δράσεις και του σεισμού και του ανέμου, θεωρώντας τέσσερις διαφορετικές κατανομές των φορτίων ορόφου (κατανομές A, B, C, D, όπως περιγράφεται στο Σχήμα 2). Στην περίπτωση του ανέμου, η τέμνουσα βάσης κατανεμήθηκε έτσι ώστε η δύναμη που εφαρμόζεται στον πρώτο όροφο να είναι διπλάσια εκείνης που εφαρμόζεται στο επίπεδο της στέγης. Στην περίπτωση των σεισμικών δράσεων, θεωρώντας την πρώτη ιδιομορφή ταλάντωσης γραμμική, η τέμνουσα βάσης κατανεμήθηκε σύμφωνα με τους ακόλουθους τύπους (όπου M η σεισμική μάζα ορόφου):

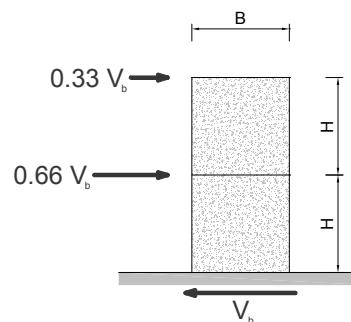
$$F_1 = V_b \left(\frac{M_1 \cdot H}{M_1 \cdot H + 2 \cdot M_2 \cdot H} \right)$$

$$F_2 = V_b \left(\frac{2 \cdot M_2 \cdot H}{M_1 \cdot H + 2 \cdot M_2 \cdot H} \right)$$

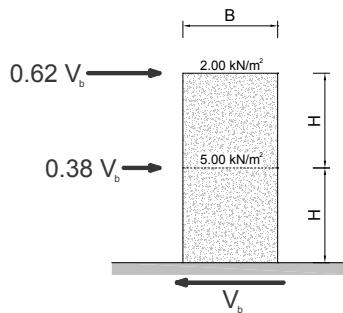
DISTRIBUTION "A"
SEISMIC AND WIND ACTION



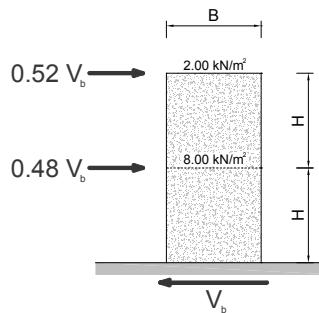
DISTRIBUTION "B"
WIND ACTION



DISTRIBUTION "C"
SEISMIC ACTION



DISTRIBUTION "D"
SEISMIC ACTION

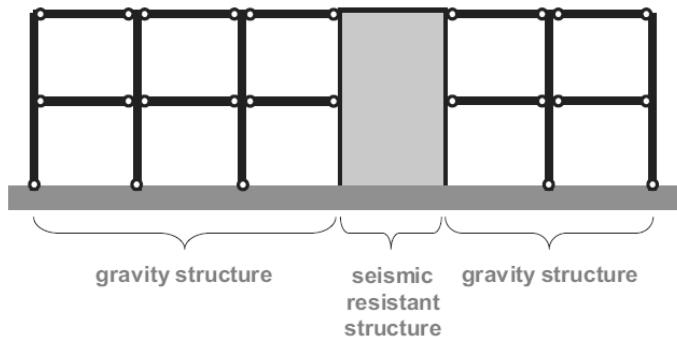


Σχήμα 2: Κατανομές των οριζόντιων δυνάμεων.

4. Συγκεκριμένη φιλοσοφία σχεδιασμού

Ο καθορισμός της προαναφερθείσας μεθόδου προδιαστασιολόγησης για τα τοιχώματα Ο/Σ ως εναλλακτικά συστήματα συνδέσμων σε μεταλλικά κτίρια εμπορικής χρήσης βασίζεται σε κάποιες θεωρήσεις σχετικά με την εξιδιανίκευση της συμπεριφοράς της κατασκευής:

- απλοποιημένα δομικά σχήματα, που προκύπτουν με την απόσπαση υποσυστημάτων χαμηλότερης πολυπλοκότητας αλλά ταυτόχρονα με τη δυνατότητα της περιγραφής της συμπεριφοράς ολόκληρης της κατασκευής,
- τα υποσυστήματα είναι κανονικά σε κάτοψη και καθ'ύψος, σε όρους κατανομής σεισμικών μαζών και δυσκαμψίας,
- συστήματα δαπέδων, υποστυλώματα και τοιχώματα σχεδιάζονται ξεχωριστά, θεωρώντας κατακόρυφα φορτία για τα δύο πρώτα και οριζόντιες δράσεις (σεισμού και ανέμου) για το τρίτο (βλέπε Σχήμα 3),



Σχήμα 3: Διαχωρισμός κατακόρυφων και οριζόντιων φορτίων.

- τα συστήματα δαπέδου θεωρούνται άκαμπτα διαφράγματα,
- τα θεμέλια θεωρούνται και προσομοιώνονται ως άκαμπτες στηρίξεις,
- αναλύσεις γραμμικά ελαστικές,
- στατικές σεισμικές αναλύσεις για την προδιαστασιολόγηση πλάστιμων τοιχωμάτων (ULS), απλοποιημένες δυναμικές σεισμικές αναλύσεις για να δοθεί μια εκτίμηση για την επιρροή της τοιχοποίιας (θεωρώντας συγκεντρωμένες μάζες για κάθε όροφο),
- οι μηχανισμοί ανατροπής αποφεύγονται μέσω τεχνικών αρμάνων (κενά μεταξύ αρχιτεκτονικών ενοτήτων) και της συμμετρικής παράταξης των τοιχωμάτων,
- τα πλάστιμα τοιχώματα αποσυνδέονται (δηλαδή κάτοψη μορφής C ή L για τα κλιμακοστάσια),
- η παραμόρφωση των διατμητικών τοιχωμάτων λαμβάνεται υπόψη μέσω ενός κατάλληλου μοντέλου δυσκαμψίας (μοντέλο Timoshenko),
- οι περιορισμοί που υπαγορεύονται από τους Ευρωκώδικες λαμβάνονται υπόψη έτσι ώστε να προκύψουν κατασκευές συνεπείς με τις κανονιστικές διατάξεις.

5. Μεθοδολογία σχεδιασμού

Με στόχο να καταλήξουμε στον ελάχιστο αριθμό αντισεισμικών τοιχωμάτων, ικανών να φέρουν τις υπολογισμένες τέμνουσες βάσης V_b και με δεδομένο ένα εμπορικό κτίριο συγκεκριμένης έκτασης, νιοθετείται η παρακάτω διαδικασία.

Η πρώτη ιδιομορφή ταλάντωσης θεωρείται γραμμική, σε συνέπεια με τις προαναφερθείσες κατανομές των φορτίων ορόφων και μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$a^T = \begin{bmatrix} 1 & \dots & i & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad i = 1, \dots, n \text{ (αριθμός ορόφων).}$$

Με K το μητρώο δυσκαμψίας των τοιχωμάτων και M το μητρώο μάζας που αντιστοιχεί σε μια μονάδα επιφάνειας, η θεμελιώδης περίοδος T μπορεί να εκτιμηθεί μέσω της έκφρασης:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{a \cdot Ma}{a \cdot Ka}} \cdot \sqrt{A}$$

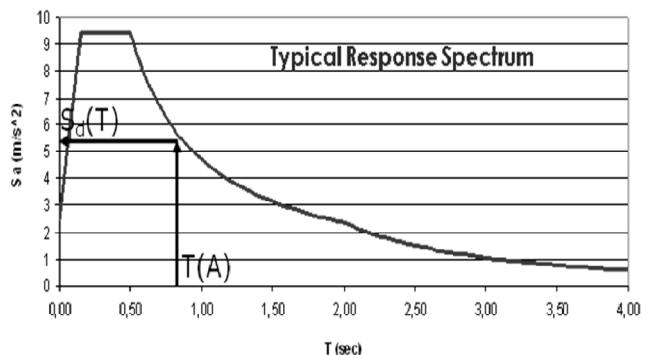
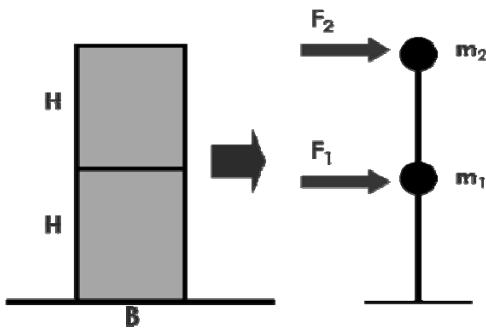
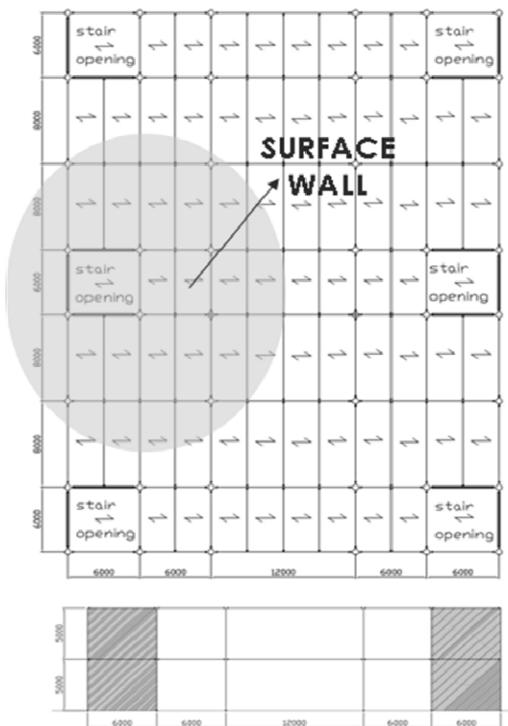
όπου A η άγνωστη επιφάνεια επιρροής του τοιχώματος.

Η επιφάνεια επιρροής A ενός τοιχώματος μπορεί να εκτιμηθεί λύνοντας την παρακάτω μη γραμμική εξίσωση, που προκύπτει εξισώνοντας την εφαρμοζόμενη τέμνουσα βάσης V_b με την αναμενόμενη τέμνουσα βάσης:

$$V_b = A \cdot \frac{(a \cdot Mr)^2}{a \cdot Ma} \cdot S_d(T)$$

όπου S_d το φάσμα σχεδιασμού.

Η προσέγγιση αυτή ισχύει μόνο για τις κατανομές στατικών δυνάμεων τύπου “A”, “C” και “D” (βλέπε Σχήμα 4), στις οποίες η τέμνουσα βάσης οφείλεται σε σεισμικές δράσεις. Για την κατανομή τύπου “B” οι δυνάμεις προέρχονται από τον άνεμο και η ανάλυση για την επιφάνεια A ενός μεμονωμένου τοιχώματος είναι απρόβλεπτη καθώς απαιτεί τη γνώση του ακριβούς σχήματος του κτιρίου και των επιφανειών που εκτίθενται στον άνεμο. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν αναφέρονται σε φάσματα σχεδιασμού που προτείνονται από τον Ευρωκώδικα 8 για έδαφος κατηγορίας B.



Σχήμα 4: Απλοποιημένη προσέγγιση για την εκτίμηση της επιφάνειας επιρροής A ενός μεμονωμένου τοιχώματος.

Συνοψίζοντας, τα βήματα εισαγωγής που πρέπει να ακολουθήσει ο μελετητής είναι:

- καθορισμός της μέγιστης τέμνουσας βάσης οριζόντιων φορτίων (σεισμός, άνεμος) για ένα μεμονωμένο τοίχωμα Ο/Σ,
- επιλογή του μεγέθους του κινητού φορτίου που εφαρμόζεται σε κτίρια εμπορικής χρήσης (βαρύ, κανονικό, ελαφρύ κινητό φορτίο),
- καθορισμός του επιπέδου σεισμικότητας (PGA, μέγιστη εδαφική επιτάχυνση),
- θεώρηση κατανομής των φορτίων ορόφου (A, B, C ή D) σε σχέση με τον αριθμό των ορόφων και τη φύση των δράσεων (ανέμου ή σεισμού),
- καθορισμός της κατηγορίας πλαστιμότητας της κατασκευής (ΚΠΥ και ΚΠΜ για κατασκευές απόσβεσης, ΚΠΧ για κατασκευές Ο/Σ που δεν αποσβένουν ενέργεια υπό ανακυκλίζομενα φορτία που προέρχονται από σεισμό),
- εκτίμηση του συντελεστή συμπεριφοράς (q) της κατασκευής σε σχέση με την κατηγορία πλαστιμότητας και τις γεωμετρικές ιδιότητες του τοιχώματος Ο/Σ (ύψος ορόφου, πλάτος, πάχος).

Λαμβάνοντας υπόψη όλες τις προαναφερθείσες υποθέσεις και εφαρμόζοντας την απλοποιημένη διαδικασία σχεδιασμού σύμφωνα με τα πρότυπα των Ευρωκωδίκων, μπορεί να δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων (ένα απόσπασμα παρατίθεται στον Πίνακας 1) μέσω της οποίας, το τελικό λογισμικό Precasteel θα μπορεί να προσφέρει στο μελετητή μια ποικιλία πρακτικών λύσεων για συστήματα τοιχωμάτων Ο/Σ και το εύρος των σεισμικών δράσεων για ένα εμπορικό κτίριο που αυτός ο τύπος συστήματος συνδέσμων Ο/Σ θα δύναται να φέρει.

Πίνακας 1: Παράδειγμα εισαγωγής δεδομένων και εξαγωγής αποτελεσμάτων για ένα μεμονωμένο τοίχωμα Ο/Σ.

INPUT								
Number of storeys	Storey height H [m]	Width B [m]	Thickness s [m]	Base shear Vb [kN]	Distribution type	Seismic/Wind action	Ductility class	Behavior factor
2	4.00	4.00	0.20	500	C	0.16 g	DCH	4.00
2	4.00	4.00	0.20	500	C	0.16 g	DCM	3.00
2	4.00	4.00	0.20	500	C	0.16 g	DCL	1.00



OUTPUT							
Surface/Wall [m²]	Vertical rebars As,bending [cm²]	Horizontal rebars As,shear [cm²/m]	Steel weight [kg]	Concrete weight [kg]	Concrete volume [m³]	Precast DL w all surface [m²]	
374	52	6	553	15360	6.40	32	
307	52	6	553	15360	6.40	32	
156	52	6	553	15360	6.40	32	

6. Λεπτομέρειες

Η διαδικασία προδιαστιολόγησης των τοιχωμάτων Ο/Σ ως συστήματα συνδέσμων είναι εύκολη και γρήγορη και σε σχέση με τον καθορισμό των κατασκευαστικών λεπτομερειών που προτείνονται και υπαγορεύονται από τους Ευρωκώδικες και συγκεκριμένα:

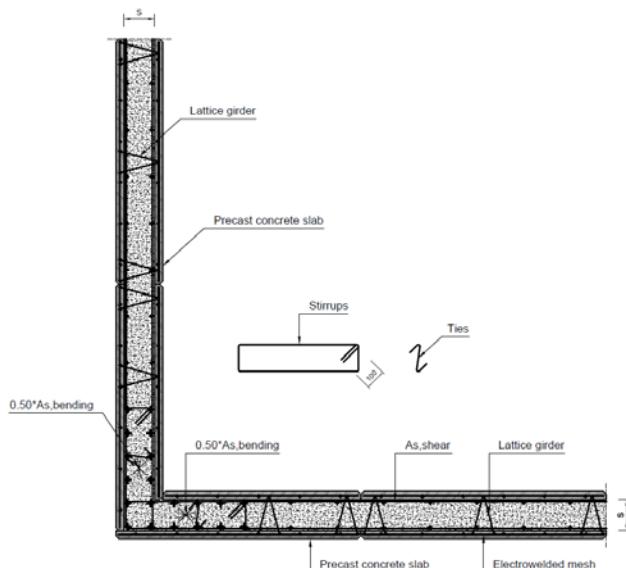
- Ευρωκώδικας 8 για λεπτομέρειες σχετικά με τις κρίσιμες περιοχές και τις περισφιγμένες ζώνες των τοιχωμάτων για κατηγορίες πλαστιμότητας ΚΠΥ και ΚΠΜ.

- Ευρωκάδικας 2 για λεπτομέρειες σχετικά με κατασκευές Ο/Σ χαμηλής απόσβεσης (ΚΠΧ) ή κατασκευές μονωμένες μέσω ειδικών συσκευών.

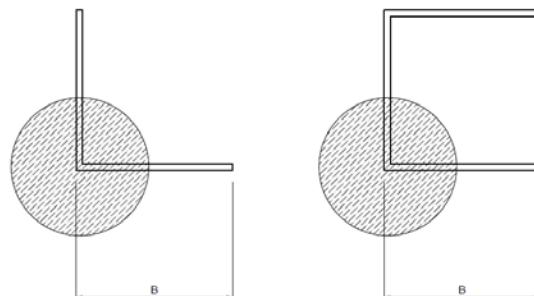
Οι παρακάτω εικόνες περιγράφουν τις τυπικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες για σύστημα διατμητικού τοιχώματος Ο/Σ:

- γωνιακή κατασκευαστική λεπτομέρεια για τοίχωμα Ο/Σ ως σύστημα συνδέσμων και συνήθεις διατάξεις σε κάτογη (βλέπε Σχήμα 5),
- κατασκευαστική λεπτομέρεια σύνδεσης μεταξύ τοιχώματος Ο/Σ και προκατασκευασμένου δαπέδου Ο/Σ (βλέπε Σχήμα 6),
- κατασκευαστική λεπτομέρεια σύνδεσης μεταξύ τοιχώματος Ο/Σ και της θεμελίωσής του (βλέπε Σχήμα 7).

STRUCTURAL DETAIL

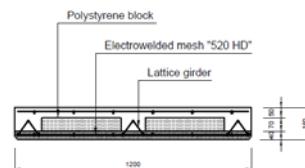
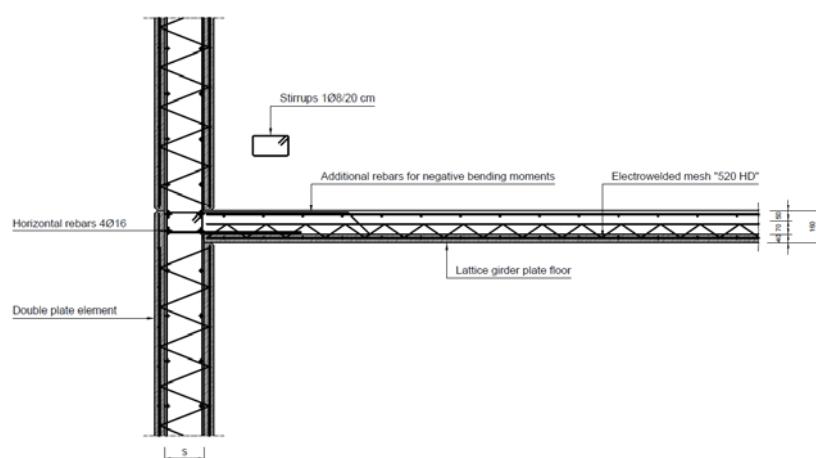


TYPICAL WALL PLAN CONFIGURATIONS

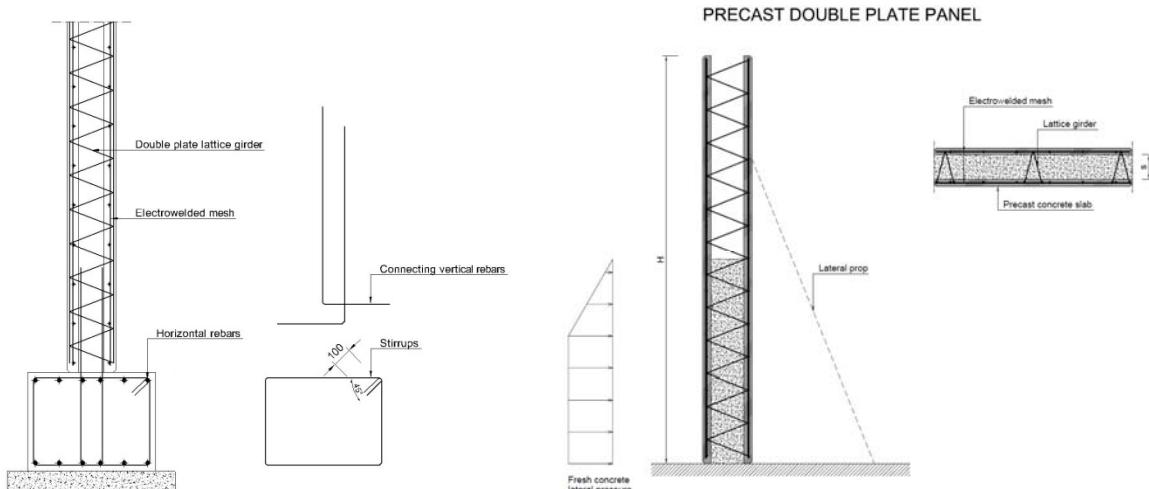


Σχήμα 5: Τυπική γωνιακή κατασκευαστική λεπτομέρεια για τοίχωμα Ο/Σ ως σύστημα συνδέσμων και συνήθεις διατάξεις σε κάτογη.

STRUCTURAL DETAIL (FLOOR-WALL CONNECTION)



Σχήμα 6: Τυπική κατασκευαστική λεπτομέρεια σύνδεσης μεταξύ τοιχώματος Ο/Σ και προκατασκευασμένου δαπέδου Ο/Σ (κατακόρυφη τομή).



Σχήμα 7: Τυπική κατασκευαστική λεπτομέρεια σύνδεσης μεταξύ τοιχώματος Ο/Σ και της θεμελίωσής του (κατακόρυφη τομή).

Προτού χυθεί το σκυρόδεμα μέσα στο τοίχωμα Ο/Σ, το προκατασκευασμένο στοιχείο πρέπει να στηριχθεί. Τα στηρίγματα αγκυρώνονται σε μια μεταλλική πλάκα που μπορεί να φέρει τις θλιπτικές και εφελκυστικές τάσεις τους. Στη γωνία θα πρέπει να στερεωθούν τα τοιχώματα διπλής πλάκας με ένα μεταλλικό έλασμα κατάλληλα διαμορφωμένο ή με άλλα στηρίγματα (βλέπε Σχήμα 8).



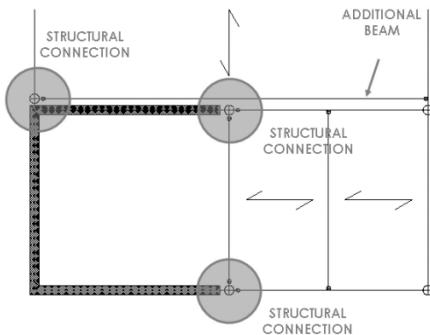
Σχήμα 8: Εργασίες συναρμολόγησης προκατασκευασμένου τοιχώματος.

Η έκχυση του φρέσκου σκυροδέματος θα πρέπει να εποπτεύεται για να ελεγχθεί το άνω όριο ταχύτητας των 50 cm/ώρα, ώστε να αποφευχθεί η πλευρική πίεση να είναι μεγαλύτερη από 2500 daN/m². Επίσης, η σκυροδέτηση πρέπει να γίνεται σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, σύμφωνα με το σχεδιασμό των δοκών δικτυώματος.

Σχετικά με τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες των συνδέσεων μεταξύ της κύριας μεταλλικής κατασκευής (δοκοί, υποστυλώματα) και των τοιχωμάτων Ο/Σ, δύο είναι οι πιθανές εκδοχές:

Σύνδεση με διαχωρισμό οριζόντιων και κατακόρυφων φορτίων

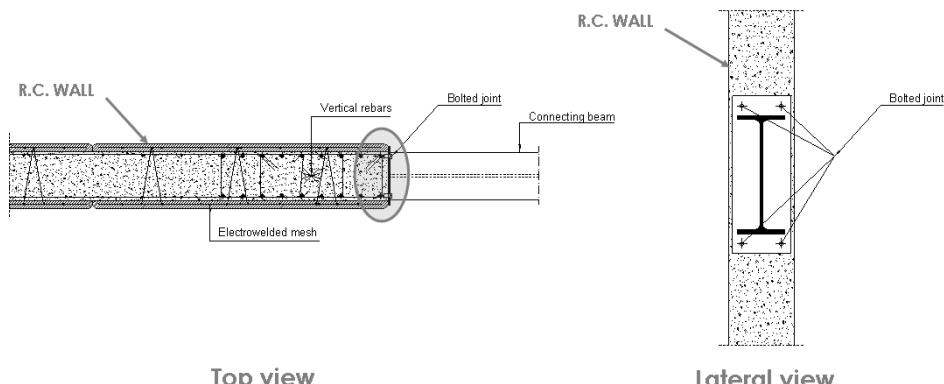
Στην περίπτωση αυτή χρειάζεται μια πρόσθετη βοηθητική δοκός που θα μεταφέρει τα φορτία βαρύτητας προς τα κύρια μεταλλικά υποστυλώματα, ώστε να μπορούν να συνδεθούν τα τοιχώματα Ο/Σ στο μεταλλικό πλαίσιο διαχωρίζοντας τα κατακόρυφα και τα οριζόντια φορτία (βλέπε Σχήμα 9).



Σχήμα 9: Τυπική σύνδεση μεταξύ μεταλλικής κατασκευής και τοιχωμάτων Ο/Σ, με διαχωρισμό οριζόντιων και κατακόρυφων φορτίων (κάτωψη).

Σύνδεση για οριζόντια και κατακόρυφα φορτία μαζί

Σε αυτή την περίπτωση δεν απαιτείται πρόσθετη βοηθητική δοκός και το τοίχωμα Ο/Σ μπορεί να συνδεθεί απευθείας στο μεταλλικό πλαίσιο. Τότε, είναι δυνατό τα τοιχώματα να φέρουν ακόμα και κατακόρυφα φορτία χωρίς να διακινδυνεύεται η αντισεισμική συμπεριφορά τους (βλέπε Σχήμα 10).



Σχήμα 10: Τυπική σύνδεση μεταξύ μεταλλικής κατασκευής και τοιχωμάτων Ο/Σ για οριζόντια και κατακόρυφα φορτία μαζί.

Οι συνδέσεις μεταξύ της μεταλλικής κατασκευής (δοκοί, υποστυλώματα) και των τοιχωμάτων Ο/Σ που λειτουργούν ως συστήματα συνδέσμων θα μπορούσαν να υλοποιηθούν εύκολα μέσω χημικών ή μηχανικών αγκυρίων, μετά από την ανέγερση της κατασκευής Ο/Σ. Ένας άλλος τρόπος υλοποίησης των συνδέσεων αυτού του τύπου είναι η κλασική κοχλιωτή σύνδεση, διαμορφωμένη και συμπεριλαμβανόμενη στο καλούπι πριν την έκχυση του σκυροδέματος. Εάν η κύρια κατασκευή είναι μονωμένη μέσω αποσβεστήρων, σε κάθε δάπεδο υπάρχουν ειδικοί μεταλλικοί σύνδεσμοι για να αποφευχθεί η κρούση μεταξύ των συστημάτων των τοιχωμάτων και των δαπέδων.

7. Σύγκριση μεταξύ τοιχωμάτων Ο/Σ και συστημάτων μεταλλικών συνδέσμων

Ένα μέρος του ερευνητικού προγράμματος που μελετήθηκε από το FeNO, αφορούσε τη σύγκριση μεταξύ λύσεων τοιχωμάτων Ο/Σ και συστημάτων κεντρικών ή έκκεντρων μεταλλικών συνδέσμων.

Καταρχήν, το μοντέλο κόστους επικαιροποιήθηκε για το τρέχον έτος, λαμβάνοντας υπόψη και τη λεπτομερή ανάλυση τιμών και τους επίσημους τιμοκαταλόγους των δημόσιων διοικήσεων (συνοψίζεται στον Πίνακας 2), συλλέγοντας πληροφορίες από διάφορες χώρες (Ιταλία – Νότια Ευρώπη, Γερμανία – Κεντρική Ευρώπη).

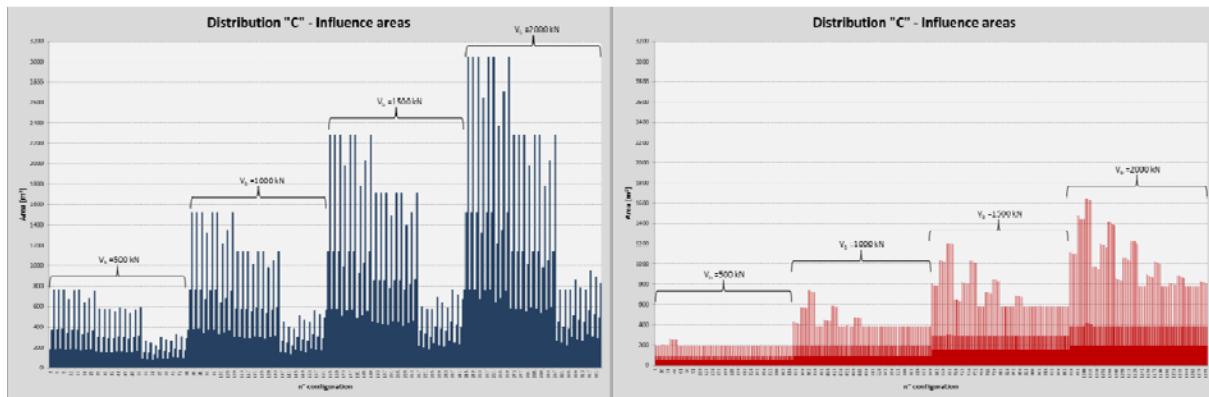
Πίνακας 2: Επικαιροποίηση του κόστους κατασκευής μονάδας (Ιταλία – Νότια Ευρώπη, Γερμανία – Κεντρική Ευρώπη).

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ	ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	Μ.Μ.	ΣΗΜΕΙΩΣΗ
Σκυρόδεμα για τοιχώματα Ο/Σ (χωρίς καλούπι)	322.22	€/m ³	C25/30, XC2, S4.
Σκυρόδεμα για πλάκες Ο/Σ (χωρίς καλούπι)	222.22	€/m ³	C25/30, XC2, S4.
Χάλυβας για κατασκευές Ο/Σ	1.90	€/kg	
Προκατασκευασμένα τοιχώματα Ο/Σ διπλής πλάκας	23.25	€/m ²	Συμπεριλαμβάνεται το κόστος των δικτυωτών δοκών, των ηλεκτροσυγκολλητών πλεγμάτων και της συναρμολόγησης. Δε συμπεριλαμβάνεται το νωπό σκυρόδεμα που εκχύνεται επί τόπου.
Προκατασκευασμένο δάπεδο Ο/Σ (Predalle)	32.99	€/m ²	Λύση χωρίς στήριξη.
Σύμικτο δάπεδο με χαλυβδόφυλλο	54.57	€/m ²	Λύση χωρίς στήριξη.
Χάλυβας για πλαισιακές κατασκευές	2.74	€/kg	S355, συμπεριλαμβάνονται η κατεργασία επιφανειών, ανέγερση, κοχλιωτές και συγκολλητές συνδέσεις.

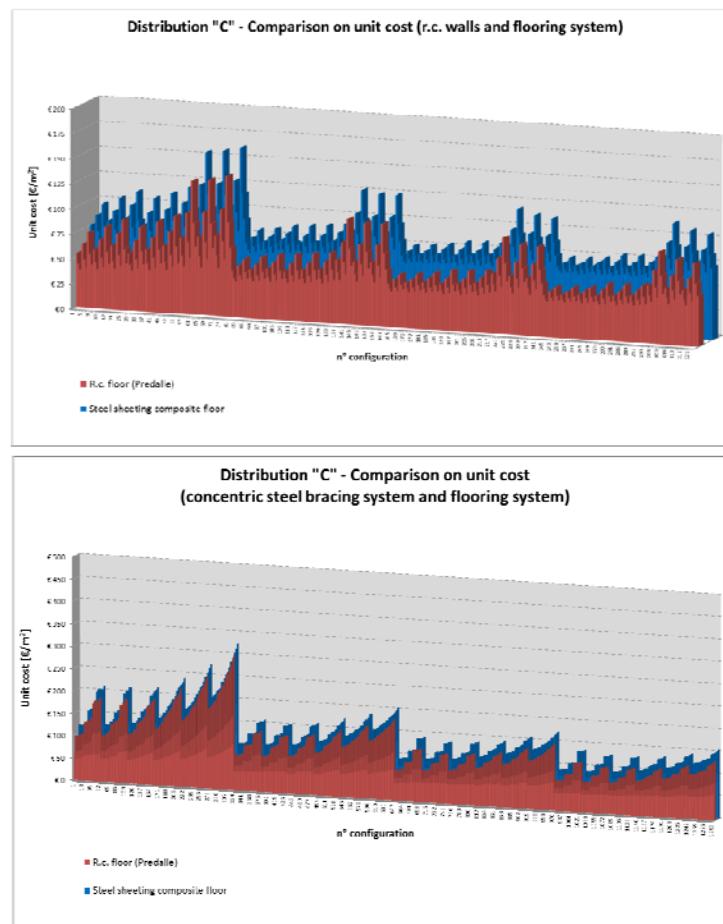
Από την πλήρη βάση δεδομένων του *Precasteel* που εφαρμόζεται από το FeNO (για σύστημα συνδέσμων με τοιχώματα Ο/Σ) και το UniCAM (για συστήματα μεταλλικών συνδέσμων), είναι σημαντικό να γίνει κατανοητή η ευκολία στη επιλογή ενός συγκεκριμένου τύπου συστήματος συνδέσμων. Είναι, τότε, δυνατή η σύγκριση μεταξύ διαφορετικών συστημάτων συνδέσμων σε σχέση με την επιφάνεια επιρροής και σε όρους συνολικού κόστους και κόστους μονάδας, διαφορετικών γεωμετρικών παραμέτρων, επιπέδων φόρτισης και ικανότητας απορρόφησης ενέργειας για κάθε τύπο συστήματος συνδέσμων.

Στις ακόλουθες συγκρίσεις, μπορεί να διαπιστωθεί ότι το σύστημα δαπέδου Ο/Σ (Predalle) πλεονεκτεί σε σχέση με το σύμικτο δάπεδο με χαλυβδόφυλλο σε όρους κόστους και επομένως, αυτό το σύστημα δαπέδου θεωρήθηκε ως σταθερή παράμετρος για κάθε εκτίμηση που προκύπτει από τις συγκρίσεις.

Αντίστοιχα, παρατηρήθηκε, για όλες τις κατανομές φόρτισης A, C ή D, ότι υπάρχει μια σημαντική τάση σύμφωνα με την οποία το σύστημα συνδέσμων με τοιχώμα Ο/Σ πλεονεκτεί έναντι του συστήματος μεταλλικών συνδέσμων (κεντρικών ή έκκεντρων), σε όρους επιφάνειας επιρροής και κόστους μονάδας (βλέπε Σχήμα 11 και Σχήμα 12, για κατανομή C).



Σχήμα 11: Σύγκριση σε όρους επιφάνειας επιρροής – σύστημα συνδέσμων Ο/Σ (αριστερά) έναντι συστήματος κεντρικών μεταλλικών συνδέσμων (δεξιά).



Σχήμα 12: Σύγκριση σε όρους κόστους μονάδας – σύστημα συνδέσμων Ο/Σ (πάνω) έναντι συστήματος κεντρικών μεταλλικών συνδέσμων (κάτω).

Επίσης, συγκρίνοντας όλες τις πιθανές διατάξεις για συστήματα μεταλλικών συνδέσμων και οπλισμένου σκυροδέματος, παρατηρείται ότι τα συστήματα μεταλλικών συνδέσμων δε μπορούν πάντα να αντισταθούν σε όλο το εύρος των τιμών της τέμνουσας βάσης $V_b = 500 \div 2000 \text{ kN}$, αλλά συχνά περιορίζονται στις μεγαλύτερες δυνάμεις εξαιτίας των περιορισμών του σχεδιασμού σε όρους γεωμετρίας των εμπορικών μεταλλικών προφίλ.

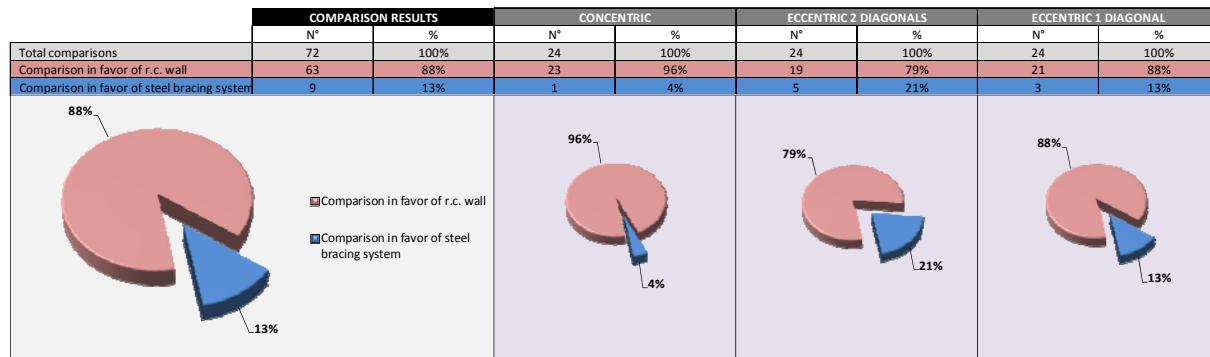
Για να επιβεβαιωθούν οι παρατηρήσεις του FeNO σχετικά με τη γενική ευκολία στην επιλογή του τοιχώματος Ο/Σ ως σύστημα συνδέσμων αντί ενός συστήματος μεταλλικών συνδέσμων (κεντρικών ή έκκεντρων), στον παρακάτω Πίνακας 3 παρατίθεται ένα δείγμα της βάσης δεδομένων και τα αποτελέσματα της σύγκρισης (λήψη 72 περιπτώσεων από συνολικό δείγμα 972 διατάξεων, βλέπε Παράρτημα 1, 2, 3 για πιο εκτενείς και ολοκληρωμένες εκτιμήσεις) οριστικοποιημένα για να δώσουν μια εκτίμηση για την προαναφερθείσα ευκολία. Η διαδικασία της δειγματοληψίας της βάσης δεδομένων πραγματοποιήθηκε καθορίζοντας κάποιες παραμέτρους σχετικά με τη γεωμετρία και τα επίπεδα φόρτισης, για να εκτιμηθούν οι πιο αντιπροσωπευτικές διατάξεις συνδέσμων:

- Ύψος τοιχώματος μεταξύ ορόφων:
 $H = 6 - 8 \text{ m}$ (μονώροφα κτίρια);
 $H = 4 - 6 \text{ m}$ (διώροφα κτίρια);
- Πλάτος τοιχώματος:
 $B = 8 \text{ m}$ (μονώροφα κτίρια);
 $B = 4 \text{ m}$ (διώροφα κτίρια);
- Επίπεδο σεισμικότητας (PGA, μέγιστη εδαφική επιτάχυνση):
 $a_g = 0.16 \text{ g}$ (μέτρια σεισμικότητα).

Πίνακας 3: Δείγμα βάσης δεδομένων και αποτελέσματα σύγκρισης (κατανομή C).

COMPARISON n°	DISTRIBUTION	SEISMICITY (a _s)	R.C. WALL BRACING SYSTEM			BASE SHEAR V _b [kN]	STEEL BRACING SYSTEM			RESULTS
			B [m]	H [m]	s [m]		CONCENTRIC	ECCENTRIC 2 DIAGONALS	ECCENTRIC 1 DIAGONAL	
1	C	0.16 g	4.00	4.00	0.20	DCH	500	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
2	C	0.16 g	4.00	4.00	0.20	DCM	500	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
3	C	0.16 g	4.00	4.00	0.20	DCL	500	R.C. WALL SYSTEM	STEEL BRACING SYSTEM	STEEL BRACING SYSTEM
4	C	0.16 g	4.00	4.00	0.20	DCH	1000	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
5	C	0.16 g	4.00	4.00	0.20	DCM	1000	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
6	C	0.16 g	4.00	4.00	0.20	DCL	1000	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
7	C	0.16 g	4.00	4.00	0.20	DCH	1500	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
8	C	0.16 g	4.00	4.00	0.20	DCM	1500	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
9	C	0.16 g	4.00	4.00	0.20	DCL	1500	R.C. WALL SYSTEM	STEEL BRACING SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
10	C	0.16 g	4.00	4.00	0.20	DCH	2000	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
11	C	0.16 g	4.00	4.00	0.20	DCM	2000	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
12	C	0.16 g	4.00	4.00	0.20	DCL	2000	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
13	C	0.16 g	4.00	6.00	0.30	DCH	500	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
14	C	0.16 g	4.00	6.00	0.30	DCM	500	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	STEEL BRACING SYSTEM
15	C	0.16 g	4.00	6.00	0.30	DCL	500	R.C. WALL SYSTEM	STEEL BRACING SYSTEM	STEEL BRACING SYSTEM
16	C	0.16 g	4.00	6.00	0.30	DCH	1000	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
17	C	0.16 g	4.00	6.00	0.30	DCM	1000	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
18	C	0.16 g	4.00	6.00	0.30	DCL	1000	R.C. WALL SYSTEM	STEEL BRACING SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
19	C	0.16 g	4.00	6.00	0.30	DCH	1500	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
20	C	0.16 g	4.00	6.00	0.30	DCM	1500	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
21	C	0.16 g	4.00	6.00	0.30	DCL	1500	R.C. WALL SYSTEM	STEEL BRACING SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
22	C	0.16 g	4.00	6.00	0.30	DCH	2000	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
23	C	0.16 g	4.00	6.00	0.30	DCM	2000	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM
24	C	0.16 g	4.00	6.00	0.30	DCL	2000	STEEL BRACING SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM	R.C. WALL SYSTEM

Οι ίδιες θεωρήσεις για τη διαδικασία σύγκρισης ισχύουν για όλες τις κατανομές A, C, ή D και το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει τα σημαντικά πλεονεκτήματα της επιλογής τοιχωμάτων Ο/Σ ως σύστημα συνδέσμων αντί για κάποιο σύστημα μεταλλικών συνδέσμων, όπως παρατηρείται από την ανάλυση των παρακάτω γραφημάτων (βλέπε Σχήμα 13, για κατανομή C) που συνοψίζουν όλα τα αποτελέσματα σύγκρισης και δίνουν μια εκτίμηση για την αποτελεσματικότητα κάθε συστήματος συνδέσμων.



Σχήμα 13: Δειγματοληψία βάσης δεδομένων και σύγκριση – σύστημα συνδέσμων Ο/Σ έναντι σύστημα μεταλλικών συνδέσμων (κεντρικών, έκκεντρων).

Μέσω της προαναφερθείσας διαδικασίας κατέστη δυνατό να επιτευχθούν κάποια σημαντικά αποτελέσματα και συμπεράσματα.

Αξίζει να σημειωθεί και πρέπει να τονιστεί το παρακάτω συμπέρασμα αναφορικά με την γενιθέτηση τοιχωμάτων Ο/Σ ως σύστημα συνδέσμων σε ένα κτίριο εμπορικής χρήσης: οι λύσεις τοιχωμάτων Ο/Σ είναι σχεδόν πάντα (96%) ανταγωνιστικές σε σχέση με τα συστήματα κεντρικών μεταλλικών συνδέσμων εξαιτίας της ικανότητάς τους να απορροφούν σεισμική ενέργεια, παρ'όλο που οι θεμελιώδεις περίοδοι ταλάντωσης είναι συνήθως μικρότερες. Η παραπάνω θεώρηση ισχύει συχνά (79% και 88%) και κατά τη σύγκριση της απόδοσης των λύσεων τοιχωμάτων Ο/Σ σε σχέση με τα συστήματα έκκεντρων μεταλλικών συνδέσμων, αν και αυτά έχουν μια αρκετά μεγαλύτερη ικανότητα απορρόφησης ενέργειας λόγω των σεισμικών δράσεων αλλά έχουν ένα άνω όριο στην αντίσταση στις διατμητικές δυνάμεις που δεν τους επιτρέπει να προσαρμόζονται σε πολλές διαφορετικές περιπτώσεις.

Η κύρια υπόθεση του διαχωρισμού των κατακόρυφων και οριζόντιων φορτίων πρέπει να τηρείται αυστηρά στην περίπτωση των συστημάτων μεταλλικών συνδέσμων και κυρίως των έκκεντρων. Αυτοί οι τύποι συνδέσμων έχουν μια σημαντική ικανότητα απορρόφησης ενέργειας λόγω κυκλικών δράσεων εάν φέρουν μόνο πλευρικά φορτία, καθώς τα κατακόρυφα φορτία (βαρύτητας ή κινητά) μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο την επωφελή συμπεριφορά του αντισεισμικού συνδέσμου. Αντίθετα, τα τοιχώματα Ο/Σ μπορούν να φέρουν και κατακόρυφα φορτία κατά τη διάρκεια ενός σεισμού, χωρίς να διακινδυνεύεται η ικανότητά τους απορρόφησης σεισμικής ενέργειας. Αυτό είναι ενδεικτικό της ευρύτητας εφαρμογών που μπορεί να έχει η τυπολογία αυτή συστήματος συνδέσμων για γενικές

κατασκευές. Επίσης, αυτή η ιδιότητα των τοιχωμάτων Ο/Σ επιτρέπει στους μελετητές τη μείωση του αριθμού των μεταλλικών μελών (υποστυλώματα, δοκοί και συνδέσεις που τοποθετούνται γύρω από τα συστήματα συνδέσμων για να φέρουν τα κατακόρυφα φορτία) και κατ'επέκταση τη μείωση του συνολικού κόστους του κτιρίου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ Ο/Σ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ
Κατανομή “A”

COMPARISON BETWEEN R.C. WALL AND STEEL BRACING SYSTEMS (B=8m; H=6m; V_b=1000 kN)

Database FENO (r.c. wall bracing system):

Number of storeys	Storey height H [m]	Width B [m]	Thickness s [mm]	Base shear V _b [kN]	Distribution type	Seismic/Wind action	Ductility class	Behaviour factor	INPUT		OUTPUT						COST ESTIMATION			
									[m ²]	[cm ² /m]	[kg]	[kg]	[kg]	[m ³]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]		
1	6.00	8.00	0.30	1000	A	0.16 g	DCH	3.33	1536	48	6	618	34560	14.40	48	57614	90771	37	59	
1	6.00	8.00	0.30	1000	A	0.16 g	DCM	2.50	1256	48	6	618	34560	14.40	48	48351	75450	39	60	
1	6.00	8.00	0.30	1000	A	0.16 g	DCL	1.00	703	48	6	618	34560	14.40	48	30113	45279	43	64	

Database UNICAM (steel bracing system - concentric, 2 diagonals):

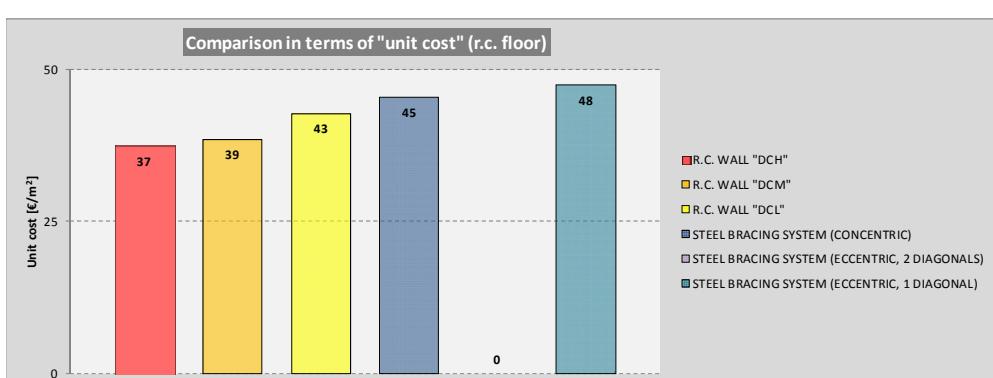
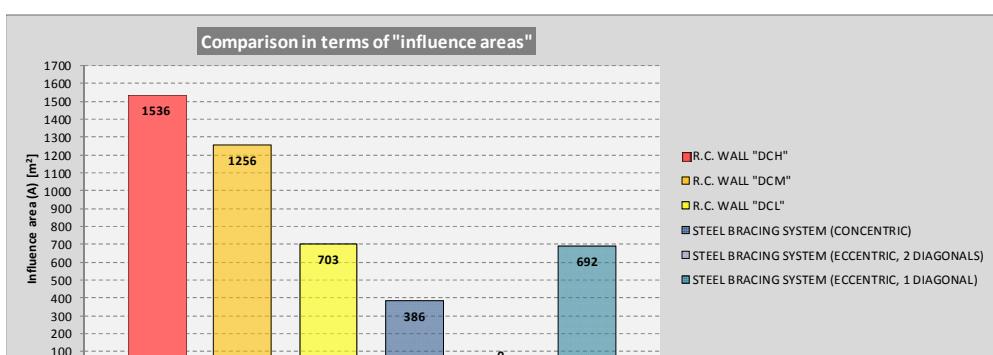
INPUT					OUTPUT					COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	V _b [kN]	BEAM2	DIAG	COL	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
8.00	6.00	2.00	0.16	1000	HE 220 A	HE 260 A	HE 160 A	386	1752	17528	25855	45	67
8.00	6.00	2.00	0.16	1000	HE 220 A	HE 260 A	HE 160 A	386	1752	17528	25855	45	67
8.00	6.00	2.00	0.16	1000	HE 220 A	HE 260 A	HE 180 A	386	1814	17695	26022	46	67
8.00	6.00	2.00	0.16	1000	HE 220 A	HE 260 A	HE 180 A	386	1814	17695	26022	46	67
8.00	6.00	2.00	0.16	1000	HE 220 A	HE 260 A	HE 200 A	386	1895	17919	26246	46	68
8.00	6.00	2.00	0.16	1000	HE 220 A	HE 260 A	HE 220 A	386	1994	18189	26516	47	69

Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 2 diagonals):

INPUT					OUTPUT					COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	V _b [kN]	BEAM2	DIAG	COL	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
8.00	6.00	2.00	0.16	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 1 diagonal):

INPUT					OUTPUT					COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	V _b [kN]	BEAM2	DIAG	COL	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
4.00	6.00	2.00	0.16	500	HE 240 M	HE 300 B	HE 500 B	692	3670	32897	47842	48	69
4.00	6.00	2.00	0.16	500	HE 240 M	HE 300 B	HE 500 B	692	3670	32897	47842	48	69
4.00	6.00	2.00	0.16	500	HE 240 M	HE 300 B	HE 500 B	692	3670	32897	47842	48	69
4.00	6.00	2.00	0.16	500	HE 240 M	HE 300 B	HE 550 B	665	3816	32396	46752	49	70
4.00	6.00	2.00	0.16	500	HE 240 M	HE 300 B	HE 550 B	665	3816	32396	46752	49	70
4.00	6.00	2.00	0.16	500	HE 240 M	HE 300 B	HE 550 B	665	3816	32396	46752	49	70



COMPARISON BETWEEN R.C. WALL AND STEEL BRACING SYSTEMS (B=8m; H=6m; V_b=1500 kN)

Database FENO (r.c. wall bracing system):

Number of storeys	Storey height H [m]	Width B [m]	Thickness s [mm]	Base shear V _b [kN]	Distribution type	Seismic/Wind action	Ductility class	Behaviour factor	INPUT		OUTPUT						COST ESTIMATION			
									[m ²]	[cm ² /m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	Precast Dl. wall surface [m ²]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]	
1	6.00	8.00	0.30	1500	A	0.16 g	DCH	3.33	2263	72	9	848	34560	14.40	48	82028	130872	36	58	
1	6.00	8.00	0.30	1500	A	0.16 g	DCM	2.50	1795	72	9	848	34560	14.40	48	66574	105308	37	59	
1	6.00	8.00	0.30	1500	A	0.16 g	DCL	1.00	960	72	9	848	34560	14.40	48	39033	59748	41	62	

Database UNICAM (steel bracing system - concentric, 2 diagonals):

INPUT				OUTPUT						COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	V _b [kN]	BEAM2 []	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
8.00	6.00	2.00	0.16	1500	HE 240 A	HE 300 A	HE 160 A	579	2121	24900	37391	43	65
8.00	6.00	2.00	0.16	1500	HE 240 A	HE 300 A	HE 160 A	579	2121	24900	37391	43	65
8.00	6.00	2.00	0.16	1500	HE 240 A	HE 300 A	HE 180 A	579	2182	25068	37558	43	65
8.00	6.00	2.00	0.16	1500	HE 240 A	HE 300 A	HE 180 A	579	2182	25068	37558	43	65
8.00	6.00	2.00	0.16	1500	HE 240 A	HE 300 A	HE 200 A	579	2263	25291	37782	44	65
8.00	6.00	2.00	0.16	1500	HE 240 A	HE 300 A	HE 220 A	579	2362	25561	38051	44	66

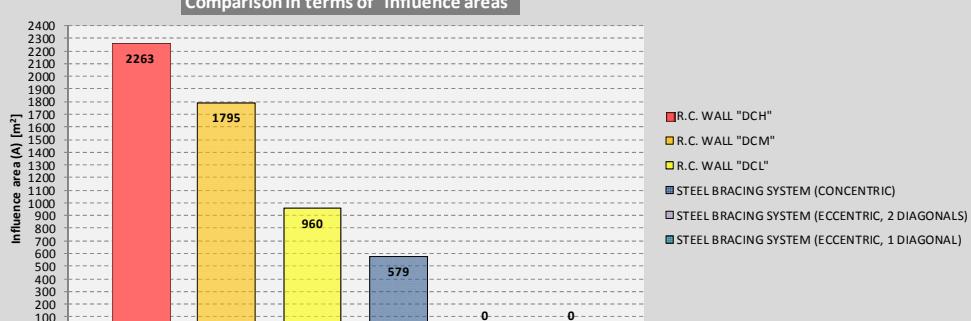
Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 2 diagonals):

INPUT				OUTPUT						COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	V _b [kN]	BEAM2 []	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
8.00	6.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-

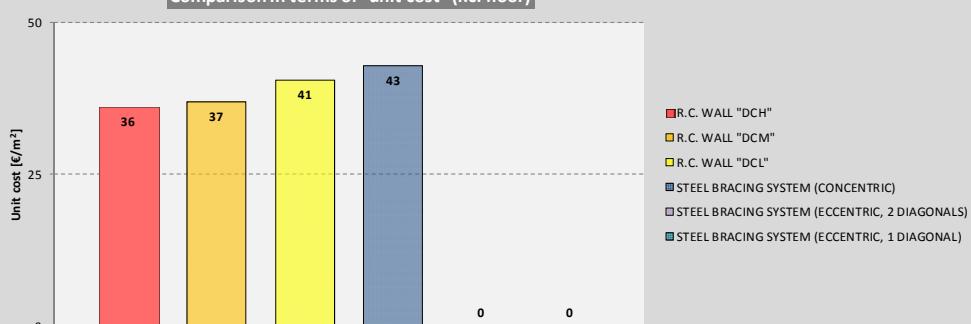
Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 1 diagonal):

INPUT				OUTPUT						COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	V _b [kN]	BEAM2 []	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
4.00	6.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	6.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	6.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	6.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	6.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	6.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Comparison in terms of "influence areas"



Comparison in terms of "unit cost" (r.c. floor)



COMPARISON BETWEEN R.C. WALL AND STEEL BRACING SYSTEMS (B=8m; H=6m; V_b=2000 kN)

Database FENO (r.c. wall bracing system):

Number of storeys	Storey height H [m]	Width B [m]	Thickness s [mm]	Base shear V _b [kN]	Distribution type	Seismic/Wind action	Ductility class	Behaviour factor	INPUT		OUTPUT						COST ESTIMATION			
									[m ²]	[cm ² /m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	Precast Dl. wall surface [m ²]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]	
1	6.00	8.00	0.30	2000	A	0.16 g	DCH	3.33	2987	96	12	1078	34560	14.40	48	106329	170785	36	57	
1	6.00	8.00	0.30	2000	A	0.16 g	DCM	2.50	2305	96	12	1078	34560	14.40	48	83832	133571	36	58	
1	6.00	8.00	0.30	2000	A	0.16 g	DCL	1.00	1195	96	12	1078	34560	14.40	48	47207	72985	40	61	

Database UNICAM (steel bracing system - concentric, 2 diagonals):

INPUT				OUTPUT						COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	V _b [kN]	BEAM2 []	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
8.00	6.00	2.00	0.16	2000	HE 280 A	HE 360 A	HE 160 A	772	2591	32552	49207	42	64
8.00	6.00	2.00	0.16	2000	HE 280 A	HE 360 A	HE 160 A	772	2591	32552	49207	42	64
8.00	6.00	2.00	0.16	2000	HE 280 A	HE 360 A	HE 180 A	772	2652	32720	49374	42	64
8.00	6.00	2.00	0.16	2000	HE 280 A	HE 360 A	HE 180 A	772	2652	32720	49374	42	64
8.00	6.00	2.00	0.16	2000	HE 280 A	HE 360 A	HE 200 A	772	2734	32944	49598	43	64
8.00	6.00	2.00	0.16	2000	HE 280 A	HE 360 A	HE 220 A	772	2832	33213	49867	43	65

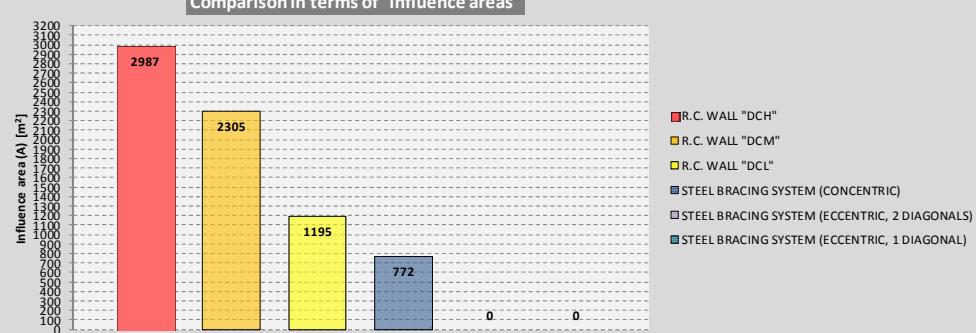
Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 2 diagonals):

INPUT				OUTPUT						COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	V _b [kN]	BEAM2 []	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
8.00	6.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	6.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

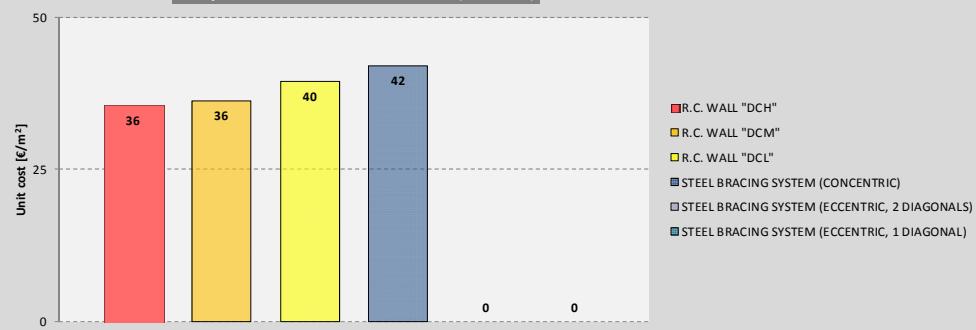
Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 1 diagonal):

INPUT				OUTPUT						COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	V _b [kN]	BEAM2 []	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
4.00	6.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	6.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	6.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	6.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	6.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	6.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Comparison in terms of "influence areas"



Comparison in terms of "unit cost" (r.c. floor)



COMPARISON BETWEEN R.C. WALL AND STEEL BRACING SYSTEMS (B=8m; H=8m; V_b=500 kN)

Database FENO (r.c. wall bracing system):

Number of storeys	Storey height H [m]	Width B [m]	Thickness s [mm]	Base shear V _b [kN]	Distribution type	Seismic/Wind action	Ductility class	Behaviour factor	INPUT		OUTPUT					COST ESTIMATION			
									[m ²]	[cm ² /m]	[kg]	[kg]	[m ³]	[€]	[€/m ²]	[€]	[€/m ²]		
1	8.00	8.00	0.40	500	A	0.16 g	DCH	4.00	876	32	4	693	61440	25.60	64	39940	58839	46	67
1	8.00	8.00	0.40	500	A	0.16 g	DCM	3.00	731	32	4	693	61440	25.60	64	35172	50951	48	70
1	8.00	8.00	0.40	500	A	0.16 g	DCL	1.00	384	32	4	693	61440	25.60	64	23723	32012	62	83

Database UNICAM (steel bracing system - concentric, 2 diagonals):

INPUT				OUTPUT					COST ESTIMATION				
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	V _b [kN]	BEAM2	DIAG	COL	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
8.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 180 A	HE 260 A	HE 220 A	193	2312	12698	16861	66	87
8.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 180 A	HE 260 A	HE 220 A	193	2312	12698	16861	66	87
8.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 180 A	HE 260 A	HE 220 A	193	2312	12698	16861	66	87
8.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 180 A	HE 260 A	HE 220 A	193	2312	12698	16861	66	87
8.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 180 A	HE 260 A	HE 240 A	193	2469	13128	17291	68	90

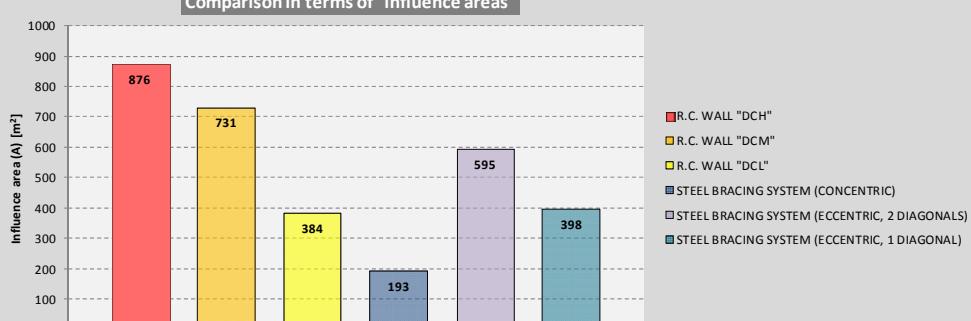
Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 2 diagonals):

INPUT				OUTPUT					COST ESTIMATION				
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	V _b [kN]	BEAM2	DIAG	COL	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
8.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 180 M	HE 300 B	HE 180 B	595	3583	29433	42267	49	71
8.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 180 M	HE 300 B	HE 200 B	595	3745	29886	42728	50	72
8.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 180 M	HE 300 B	HE 200 B	595	3745	29886	42728	50	72
8.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 180 M	HE 300 B	HE 220 B	595	3908	30342	43189	51	73
8.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 180 M	HE 300 B	HE 220 B	595	3908	30342	43189	51	73
8.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 180 M	HE 300 B	HE 220 B	595	3908	30342	43189	51	73

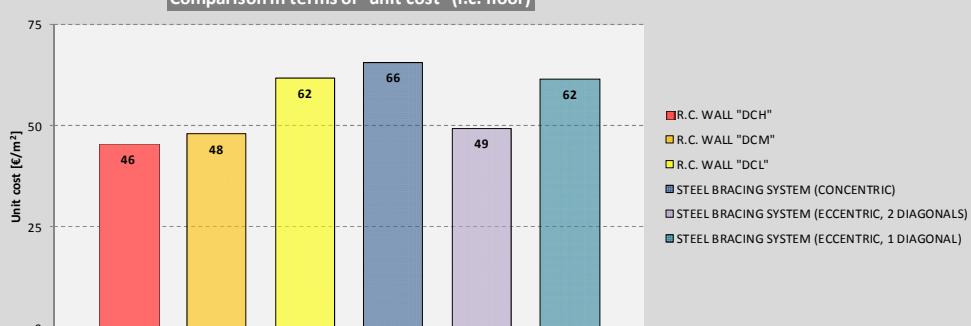
Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 1 diagonal):

INPUT				OUTPUT					COST ESTIMATION				
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	V _b [kN]	BEAM2	DIAG	COL	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
4.00	8.00	2.00	0.16	250	HE 200 M	HE 300 B	HE 450 B	398	4159	24514	33098	62	83
4.00	8.00	2.00	0.16	250	HE 200 M	HE 300 B	HE 450 B	398	4159	24514	33098	62	83
4.00	8.00	2.00	0.16	250	HE 200 M	HE 300 B	HE 450 B	398	4159	24514	33098	62	83
4.00	8.00	2.00	0.16	250	HE 200 M	HE 300 B	HE 450 B	398	4159	24514	33098	62	83
4.00	8.00	2.00	0.16	250	HE 200 M	HE 300 B	HE 450 B	398	4159	24514	33098	62	83
4.00	8.00	2.00	0.16	250	HE 200 M	HE 300 B	HE 500 B	423	4418	26055	35184	62	83

Comparison in terms of "influence areas"



Comparison in terms of "unit cost" (r.c. floor)



COMPARISON BETWEEN R.C. WALL AND STEEL BRACING SYSTEMS (B=8m; H=8m; V_b=1000 kN)

Database FENO (r.c. wall bracing system):

Number of storeys	Storey height H [m]	Width B [m]	Thickness s [mm]	Base shear V _b [kN]	Distribution type	Seismic/Wind action	Ductility class	Behaviour r factor	INPUT		OUTPUT					COST ESTIMATION			
									[m ²]	[cm ² /m]	Vertical rebars As.bending [kg]	Horizontal rebars As.shear [kg/m]	Steel weight [kg]	Concrete weight [kg]	Concrete volume [m ³]	Precast Dl. wall surface [m ²]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]
1	8.00	8.00	0.40	1000	A	0.16 g	DCH	4.00	1784	64	6	999	61440	25.60	64	70476	108970	40	61
1	8.00	8.00	0.40	1000	A	0.16 g	DCM	3.00	1394	64	6	999	61440	25.60	64	57604	87679	41	63
1	8.00	8.00	0.40	1000	A	0.16 g	DCL	1.00	658	64	6	999	61440	25.60	64	33336	47534	51	72

Database UNICAM (steel bracing system - concentric, 2 diagonals):

INPUT				OUTPUT					COST ESTIMATION				
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	Vb [kN]	BEAM2 []	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	€	€	€/m ²	€/m ²
8.00	8.00	2.00	0.16	1000	HE 220 A	HE 320 A	HE 220 A	386	2958	20831	29158	54	76
8.00	8.00	2.00	0.16	1000	HE 220 A	HE 320 A	HE 220 A	386	2958	20831	29158	54	76
8.00	8.00	2.00	0.16	1000	HE 220 A	HE 320 A	HE 220 A	386	2958	20831	29158	54	76
8.00	8.00	2.00	0.16	1000	HE 220 A	HE 320 A	HE 220 A	386	2958	20831	29158	54	76
8.00	8.00	2.00	0.16	1000	HE 220 A	HE 320 A	HE 240 A	386	3115	21260	29588	55	77
8.00	8.00	2.00	0.16	1000	HE 220 A	HE 320 A	HE 240 A	386	3115	21260	29588	55	77

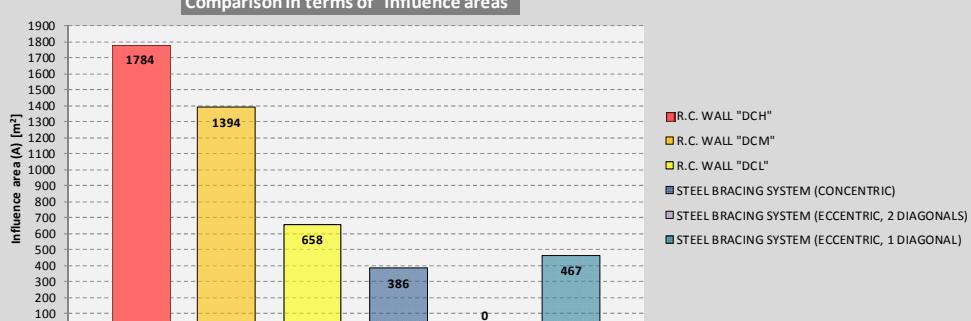
Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 2 diagonals):

INPUT				OUTPUT					COST ESTIMATION				
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	Vb [kN]	BEAM2 []	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	€	€	€/m ²	€/m ²
8.00	8.00	2.00	0.16	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 1 diagonal):

INPUT				OUTPUT					COST ESTIMATION				
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	Vb [kN]	BEAM2 []	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	€	€	€/m ²	€/m ²
4.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 500 A	HE 650 B	HE 550 M	467	7008	34604	44682	74	96
4.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 500 A	HE 650 B	HE 550 M	467	7008	34604	44682	74	96
4.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 500 A	HE 650 B	HE 550 M	467	7008	34604	44682	74	96
4.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 500 A	HE 650 B	HE 550 M	467	7008	34604	44682	74	96
4.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 500 A	HE 600 B	HE 600 M	443	7125	34133	43693	77	99
4.00	8.00	2.00	0.16	500	HE 500 A	HE 600 B	HE 650 M	456	7140	34595	44430	76	98

Comparison in terms of "influence areas"



Comparison in terms of "unit cost" (r.c. floor)



COMPARISON BETWEEN R.C. WALL AND STEEL BRACING SYSTEMS (B=8m; H=8m; V_b=1500 kN)

Database FENO (r.c. wall bracing system):

Number of storeys	Storey height H [m]	Width B [m]	Thickness s [mm]	Base shear V _b [kN]	Distribution type	Seismic/Wind action	Ductility class	Behaviour factor	INPUT		OUTPUT						COST ESTIMATION			
									[m ²]	[cm ² /m ²]	[kg]	[kg]	[m ³]	[kg]	[m ³]	Precast Dl. wall surface [m ²]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
1	8.00	8.00	0.40	1500	A	0.16 g	DCH	4.00	2688	96	9	1357	61440	25.60	64	100988	158999	38	59	
1	8.00	8.00	0.40	1500	A	0.16 g	DCM	3.00	2020	96	9	1357	61440	25.60	64	78953	122548	39	61	
1	8.00	8.00	0.40	1500	A	0.16 g	DCL	1.00	896	96	9	1357	61440	25.60	64	41867	61201	47	68	

Database UNICAM (steel bracing system - concentric, 2 diagonals):

INPUT				OUTPUT						COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	Vb [kN]	BEAM2	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
8.00	8.00	2.00	0.16	1500	HE 240 A	HE 360 B	HE 220 A	579	3831	29585	42076	51	73
8.00	8.00	2.00	0.16	1500	HE 240 A	HE 360 B	HE 220 A	579	3831	29585	42076	51	73
8.00	8.00	2.00	0.16	1500	HE 240 A	HE 360 B	HE 220 A	579	3831	29585	42076	51	73
8.00	8.00	2.00	0.16	1500	HE 240 A	HE 360 B	HE 220 A	579	3831	29585	42076	51	73
8.00	8.00	2.00	0.16	1500	HE 240 A	HE 360 B	HE 220 A	579	3831	29585	42076	51	73
8.00	8.00	2.00	0.16	1500	HE 240 A	HE 360 B	HE 240 A	579	3987	30015	42505	52	73

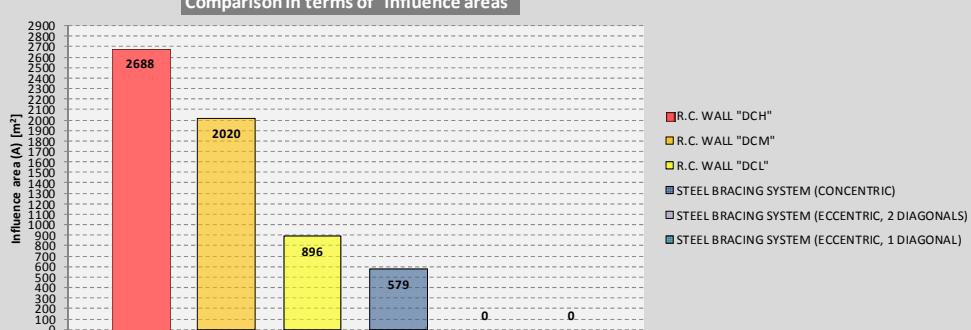
Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 2 diagonals):

INPUT				OUTPUT						COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	Vb [kN]	BEAM2	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
8.00	8.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 1 diagonal):

INPUT				OUTPUT						COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	Vb [kN]	BEAM2	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
4.00	8.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	8.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	8.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	8.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	8.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	8.00	2.00	0.16	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Comparison in terms of "influence areas"



Comparison in terms of "unit cost" (r.c. floor)



COMPARISON BETWEEN R.C. WALL AND STEEL BRACING SYSTEMS (B=8m; H=8m; V_b=2000 kN)

Database FENO (r.c. wall bracing system):

Number of storeys	Storey height H [m]	Width B [m]	Thickness s [mm]	Base shear V _b [kN]	Distribution type	Seismic/Wind action	Ductility class	Behaviour factor	INPUT		OUTPUT						COST ESTIMATION			
									[m ²]	[cm ² /m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[m ³]	[kg/m ²]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
1	8.00	8.00	0.40	2000	A	0.16 g	DCH	4.00	3584	128	12	1716	61440	25.60	64	131227	208574	37	58	
1	8.00	8.00	0.40	2000	A	0.16 g	DCM	3.00	2688	128	12	1716	61440	25.60	64	101669	159680	38	59	
1	8.00	8.00	0.40	2000	A	0.16 g	DCL	1.00	1113	128	12	1716	61440	25.60	64	49695	73703	45	66	

Database UNICAM (steel bracing system - concentric, 2 diagonals):

INPUT				OUTPUT						COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	Vb [kN]	BEAM2 []	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
8.00	8.00	2.00	0.16	2000	HE 280 A	HE 280 M	HE 220 A	772	4800	38605	55259	50	72
8.00	8.00	2.00	0.16	2000	HE 280 A	HE 280 M	HE 220 A	772	4800	38605	55259	50	72
8.00	8.00	2.00	0.16	2000	HE 280 A	HE 280 M	HE 220 A	772	4800	38605	55259	50	72
8.00	8.00	2.00	0.16	2000	HE 280 A	HE 280 M	HE 220 A	772	4800	38605	55259	50	72
8.00	8.00	2.00	0.16	2000	HE 280 A	HE 280 M	HE 240 A	772	4957	39034	55688	51	72
8.00	8.00	2.00	0.16	2000	HE 280 A	HE 280 M	HE 240 A	772	4957	39034	55688	51	72

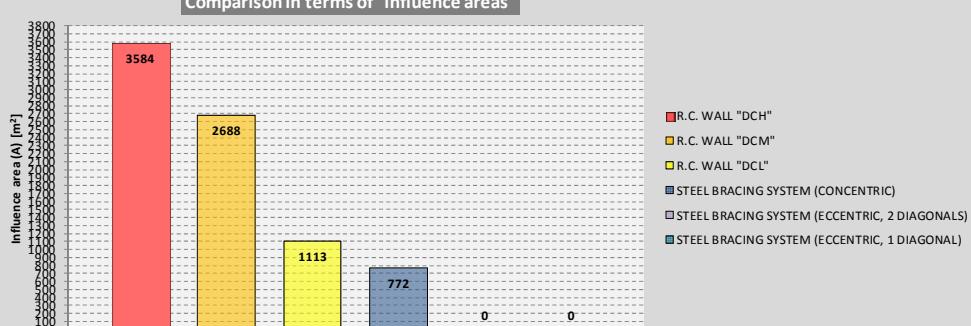
Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 2 diagonals):

INPUT				OUTPUT						COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	Vb [kN]	BEAM2 []	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
8.00	8.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.00	8.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

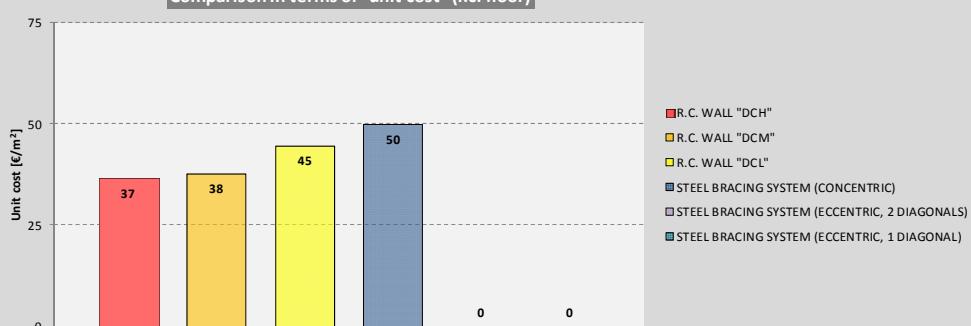
Database UNICAM (steel bracing system - eccentric, 1 diagonal):

INPUT				OUTPUT						COST ESTIMATION			
B [m]	H [m]	Qk1 [kN/m ²]	ag/g []	Vb [kN]	BEAM2 []	DIAG []	COL []	A [m ²]	Weight [kg]	Total cost (r.c. floor) [€]	Total cost (s.s. floor) [€]	Unit cost (r.c. floor) [€/m ²]	Unit cost (s.s. floor) [€/m ²]
4.00	8.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	8.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	8.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	8.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	8.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	8.00	2.00	0.16	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Comparison in terms of "influence areas"



Comparison in terms of "unit cost" (r.c. floor)



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ Ο/Σ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ
Κατανομή “C”**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ Ο/Σ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ
Κατανομή “D”**

