

تأثیر استفاده از دیوارهای XPS بر طراحی سازه و وزن آن (ساختمان ۷ طبقه با سازه فلزی)



پیش گفتار:

به منظور بررسی تاثیر استفاده از دیوارهای XPS به جای مصالح سنتی بر طراحی سازه، دوساختمان ۷ طبقه متعارف اسکلت فلزی به صورت جداگانه مدلسازی و طراحی شده، که در یکی از ساختمان‌ها دیوارها از مصالح سنتی و در ساختمان دیگر از دیوارهای XPS استفاده شده است. ساختمان‌های مورد نظر دارای ۷ طبقه که شامل ۱ طبقه زیرزمین، طبقه همکف و ۵ طبقه مسکونی می‌باشد.

سازه طراحی شده برای ساختمان، فولادی، با سیستم برابر جانبی قاب خمی فولادی متوسط در راستای شمالی-جنوبی و در راستای شرقی-غربی است. کف طبقات، دال بتنی همراه با تیرهای فولادی فرعی نگهدارنده (سیستم سقف، کامپوزیت) می‌باشد. پی سازه از نوع نواری می‌باشد.

مشخصات مصالح به کار رفته در سازه بدین شرح است:

- بتن از نوع B300، با مقاومت مشخصه ۲۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع نمونه استوانه‌ای و مدول الاستیسیته $10^5 \times 2/5$ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در نظر گرفته شده است.
- میلگرد در نظر گرفته شده در طراحی پی، از نوع AIII با حداقل تنش جاری شدن ۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد.
- میلگرد در نظر گرفته شده در طراحی دال، از نوع AII با حداقل تنش جاری شدن ۳۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد.

طراحی سازه به روش تنش مجاز (ASD) و بر اساس آیین‌نامه AISC-89 انجام گرفته است. آیین‌نامه‌ای که در طراحی سازه از آنها استفاده شده است، عبارت‌اند از:

- آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ویرایش سوم
- مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث ششم بارهای وارد بر ساختمان
- مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث دهم طرح واجرای ساختمانهای فولادی
- مقررات ملی ساختمان، مبحث نهم طرح واجرای ساختمانهای بتن آرمه
- ضوابط طراحی لرزاگهای سازه‌های فولادی، اصلاحیه پیوست دوم آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ویرایش سوم، (ناظر به بند ۵ یادداشت‌های ذیل جدول ۶ این آیین‌نامه)
- آیین‌نامه بتن ایران (آبآ)

مدل سازی و تحلیل سازه، به کمک نرم افزار ETABS 8.54 ، مدل سازی و تحلیل پی به
کمک نرم افزار SAFE 8.06 انجام شده است.



۱- بارهای بهره برداری:

۱-۱- بارهای مرده :

بارهای مرده وارد بر ساختمان به شرح زیر محاسبه می‌گردد. وزن دال بتنی و تیرهای اصلی و فرعی مستقیماً در مدل لحاظ می‌گردد.

ریز بار کف طبقات:

نوع بار کف	مقدار بار(کیلوگرم بر متر مربع)
سنگ (به ضخامت ۲ سانتیمتر)	$0.02 \times 2400 = 48$
ملات ماسه و سیمان (به ضخامت ۳ سانتیمتر)	$0.03 \times 2100 = 63$
بتن با پوکه معدنی (به ضخامت ۵ سانتیمتر)	$0.05 \times 1300 = 65$
سقف کاذب و تاسیسات	۵۰
وزن معادل پارتیشن در صورت استفاده از دیوارهای سنتی	۱۳۰
وزن معادل پارتیشن در صورت استفاده از دیوارهای XPS	۵۰

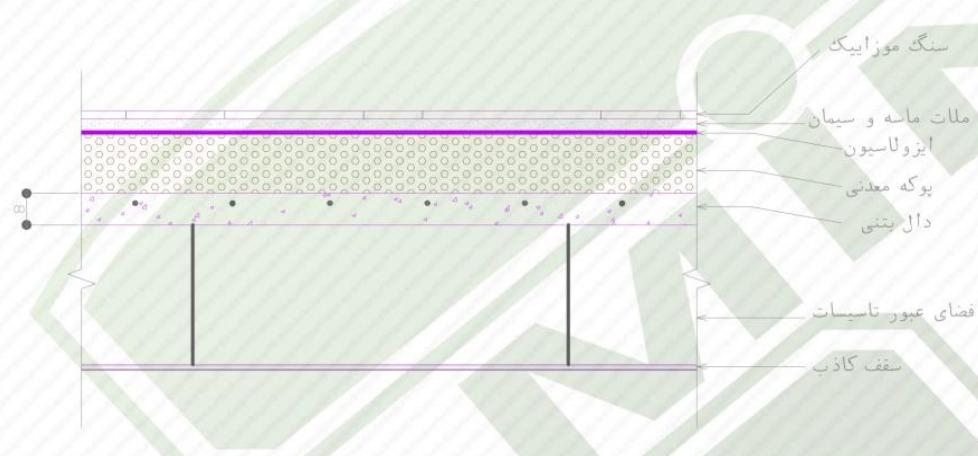


جزئیات کف طبقات

همانگونه که در جدول بالا مشخص می باشد اختلاف بار مرده طبقات در دو حالت مورد بررسی مربوط به بار معادل پارتیشن ها می باشد که در حالت سنتی خیلی بیشتر از حالت XPS می باشد که در افزایش بارهای طراحی سازه بسیار تاثیر گذار می باشد که در بخش های بعدی نشان داده شده است.

ریز بار کف بام:

نوع بار کف	مقدار بار(کیلوگرم بر متر مربع)
سنگ موزاییک (به ضخامت ۲/۵ سانتیمتر)	۶۰
ملات ماسه و سیمان (به ضخامت ۳ سانتیمتر)	۶۳
سقف کاذب	۵۰
لوله تاسیساتی	۵۰
پوکه معدنی جهت شیب بندی (به ضخامت ۱۰ سانتیمتر)	۱۳۰
قیر گونی	۱۵



لازم به ذکر است که بار تیرها، ستونها و اعضای سازه‌ای دیگر به صورت خودکار توسط نرم افزار محاسبه می‌گردد.

بار پارتيشن‌ها:

مطابق بند ۲-۲-۶ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران در ساختمان‌هایی که برای جداسازی فضاهای از تیغه‌های استفاده می‌شود که وزن یک متر مربع سطح آنها کمتر از ۲۷۵ دکا نیوتون است، بار تیغه‌ها را می‌توان با رعایت ضابطه بند ۵-۲-۶ به صورت بار معادل که به طور یکنواخت بر کف‌ها گسترده است در نظر گرفت.

ضابطه بند ۵-۲-۶ مذکور می‌شود در صورتی که وزن یک متر مربع سطح تیغه‌ها بیش از ۱۵۰ دکا نیوتون باشد باید اثر موضعی بار تیغه‌ها را به صورت جداگانه در طراحی کف‌ها منظور داشت. اما به دلیل وزن کم پارتيشن‌های مورد نظر برای استفاده در ساختمان مذکور وزن یک متر مربع سطح آنها مطابق بند بالا کمتر از ۱۵۰ دکا نیوتون در نظر گرفته شد و لذا مطابق بند ۶-۲-۲ کمتر بودن وزن یک متر مربع سطح تیغه‌ها از ۲۷۵ دکا نیوتون، مطابق ضابطه بند ۶-۲-۲-۴ لازم نیست بار تیغه‌ها را در محل واقعی خود اعمال کرد.

وزن یک متر مربع دیوارهای پیرامونی در حالت سنتی:

نوع بار دیوار	مقدار بار(کیلوگرم بر متر مربع)
سنگ تراورتن (به ضخامت ۲ سانتیمتر)	۴۸
ملات ماسه و سیمان (به ضخامت ۳ سانتیمتر)	۶۳
بلوک سفال و ملات ماسه سیمان	۱۷۰
گچ و خاک	۳۲
گچ	۶/۵
جمع	۳۲۰

وزن یک متر مربع دیوارهای پیرامونی در حالت XPS:

نوع بار دیوار	مقدار بار(کیلوگرم بر متر مربع)
سازه های افقی و قائم نگهدارنده XPS	۱۳
سنگ تراورتن (به ضخامت ۲ سانتیمتر)	۴۸
ملات ماسه و سیمان (به ضخامت ۳ سانتیمتر)	۶۳
پانل گچی	۱۳
جمع	۱۳۷

همانطور که در جداول بالا ملاحظه می شود وزن هر متد در مجموع کلیه بارهای مرده به جز بار اعضای سازه‌ای به صورت گستردۀ یکنواخت در مدل لحاظ گردیده است. لازم به ذکر است که بار تیرها و ستونها و اعضای سازه‌ای دیگر به صورت خودکار توسط نرم افزار محاسبه گردیده، به صورت بار مرده همراه با بارهای مرده دیگر بر سازه اثر داده می شود.

۱-۲- بارهای زنده:

حداقل بارهای زنده گستردۀ یکنواخت واردۀ بر ساختمان بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران طبق جدول ۳-۶ به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود:

نوع باربری کفها	مقدار بار(کیلوگرم بر متر مربع)
بام ساختمان با شیب کم یا تخت	۱۵۰
راهروهای اصلی و پلکانها که در معرض رفت و آمد و تجمع کم باشد، نظیر راهروهای اصلی ساختمانهای مسکونی واداری	۳۵۰
محل عبور و پارک خودروهای سواری با وزن حداقل ۲۵۰۰ دکانیوتون	۵۰۰
اتاقها و راهروهای خصوصی و سرویسهای در ساختمانهای مسکونی	۲۰۰
انبارها در ساختمانهای مسکونی	۵۰۰

علاوه بر آن کفها باید بار متمرکز مشخص شده در جدول زیر را بطور موضعی تحمل نمایند.
 محل آن باید طوری در نظر گرفته شود که بیشترین اثردر عضو ایجاد شود. این بار متمرکز باید در سطحی به ابعاد ۱۵ سانتیمتر در ۱۵ سانتیمتر وارد شود و کف باید بتواند این بار را تحمل کند.

۱-۳- باربرف :

مطابق بند ۴-۶-۲ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران، تهران در منطقه با برف زیاد قرار گرفته است که دارای بار برف مبنا برابر ۱۵۰ دکانیوتون بر متر مربع می‌باشد .

مطابق بند ۴-۶-۳ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران ، بار برف روی بامها از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$P_r = C_s \cdot P_s$$

: ضریب اثر شیب که مطابق بند ۴-۶-۲-۳ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران، برای بامهای مسطح و شیب دار با زاویه شیب کمتر از ۱۵ درجه برابر ۱/۰ می‌باشد.

$$P_r = C_s \cdot P_s = 1.0 \times 150 = 150 \frac{kg}{m^2}$$

از آنجا که بار زنده بام معادل ۱۵۰ کیلوگرم بر متر مربع در نظر گرفته شده است بار برف تعیین کننده نیست.

۱-۴- بار باد:

مطابق جدول ۶-۶-۱ مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران، فشار مبنای باد در شهر تهران که محل احداث پروژه می باشد، برابر ۵۰ دکانیوتون بر متر مربع است.
مطابق بند ۶-۶-۵ فشار باد از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$P = C_e \cdot C_q \cdot q$$

C_e : ضریب اثر تغییر سرعت باد می باشد که مطابق جدول ۶-۶-۲ برای ارتفاع ۰ تا ۱۰ متر برابر ۲,۰ و برای ارتفاع ۱۰ تا ۲۰ متر برابر ۲,۲ و برای ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ متر برابر ۲,۴ می باشد.

C_q : ضریب شکل می باشد که برای دیوارهای رو به باد برابر ۰,۸ و برای دیوارهای پشت به باد برابر ۰,۵ می باشد.

از آنجا که مقدار نیروی باد حاصله از برش پایه ناشی از زلزله کمتر است، لذا بار باد در ترکیب بارها بار تعیین کننده نیست و در نتیجه وارد نگردیده است .

۲- بارگذاری زلزله:

۱-۱- تعیین ضریب اهمیت ساختمان:

مطابق بند ۷-۱ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) ویرایش ۳، ساختمان مورد مطالعه در ردۀ ساختمان‌های گروه ۳ (با اهمیت متوسط) قرار می گیرد.

۲-۲- تعیین وضعیت ساختمان از نظر شکل:

مطابق بند ۱-۸ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) ویرایش ۳، ساختمان مورد بررسی در پلان منظم می‌باشد.

۲-۳- معرفی سامانه سازه‌ای ساختمان:

مطابق بند ۹-۱ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) ویرایش ۳، سامانه سازه‌ای در جهت Y و X از نوع قاب خمشی می‌باشد.

۴-۲- محاسبه نیروی زلزله:

برای محاسبه نیروی زلزله از روش طیفی استفاده شده است.

برای محاسبه برش پایه از روش استاتیکی معادل استفاده می‌شود و در روش طیفی برش‌های دو جهت با برش‌های به دست آمده از روش استاتیکی معادل همپایه می‌شوند. با توجه به جدول ۱ بند ۳-۲ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) درصد دخالت بار زنده در وزن ساختمان معادل ۲۰ درصد در نظر گرفته شد.

۵-۲- روش استاتیکی معادل:

مطابق بند ۳-۳ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) نسبت شتاب مبنای طرح بر اساس جدول ۲ در همین بند در منطقه تهران معادل 0.35 در نظر گرفته شده و جزء پهنه با خطر نسبی بسیار زیاد محسوب می‌شود.

مطابق بند ۳-۳ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) ضریب بازتاب ساختمان از روابط زیر به دست می‌آید.

$$\begin{array}{lll} 0 \leq T \leq T_0 & \longrightarrow & B = 1 + S \left(\frac{T}{T_0} \right) \\ T_0 \leq T \leq T_S & \longrightarrow & B = S + 1 \\ T \geq T_S & \longrightarrow & B = (S + 1) \left(\frac{T_S}{T} \right)^{\frac{2}{3}} \end{array}$$

نوع زمین مطابق طبقه بندی جدول ۴ آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ویرایش سوم، از نوع III می باشد.

مطابق جدول ۳ بند ۴-۳-۲ آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) برای زمین نوع III :

$$T_0 = 0.15$$

$$T_s = 0.7$$

$$S = 1.75$$

مطابق بند ۴-۳-۶ آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (۲۸۰۰)، برای قاب های خمشی فولادی در صورت وجود جداگرهای میانقابی:

مطابق بند ۴-۳-۶ آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) در صورتیکه جداگرهای میانقابی برای حرکت قاب ها مانعی به وجود آورند ، مقدار T را باید برابر ۸۰ درصد مقدار بالا در نظر گرفت . از آنجاییکه دیوارهای با مصالح سنتی دارای سختی زیادی می باشند و به سازه می چسبند در برابر حرکت قابها ممانعت ایجاد می نماید بنابراین T به دست آهده از رابطه بالا را باید در ۰.۸ ضرب کرد . در مورد دیوارهای XPS ، با توجه به سختی پایین این دیوارها ، لذا ممانعتی برای قاب ها ایجاد نکرده و میتوان T به دست آمده از رابطه بالا را برای آنها به کار برد.

: XPS در حالت استفاده از دیوارهای

$$T_{X,Y} = 0.08 H^{\frac{3}{4}} \rightarrow T_{X,Y} = 0.08 \times (24.5)^{\frac{3}{4}} = 0.88s$$

$$T_{X,Y} = 0.88s \rightarrow B_Y = (1.75+1) \left(\frac{0.7}{0.88} \right)^{\frac{2}{3}} = 2.36$$

سامانه سازه ای در جهت Y, X از نوع قاب خمشی فولادی متوسط می باشد؛ لذا مطابق جدول ۶ بند ۴-۳-۸ آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) :

$$R_{X,Y} = 7 \rightarrow C_{X,Y} = \frac{AB_{X,Y}I}{R_{X,Y}} = \frac{0.35 \times 2.36 \times 1.0}{7} = 0.118$$

در حالت استفاده از دیوارهای سنتی:

$$T_{X,Y} = 0.08 H^{\frac{3}{4}} \rightarrow T_{X,Y} = 0.08 \times (24.5)^{\frac{3}{4}} \times 0.8 = 0.704s$$

$$T_{X,Y} = 0.704s \rightarrow B_Y = (1.75 + 1) \left(\frac{0.7}{0.704} \right)^{\frac{2}{3}} = 2.74$$

سامانه سازه‌ای در جهت Y, X از نوع قاب خمشی فولادی متوسط می‌باشد؛ لذا مطابق

جدول ۶ بند ۳-۲ آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰):

$$R_{X,Y} = 7 \rightarrow C_{X,Y} = \frac{AB_{X,Y}I}{R_{X,Y}} = \frac{0.35 \times 2.74 \times 1.0}{7} = 0.137$$

همانطور که مشاهده می‌شود ضریب رله بزرگتری در حالت دیوارهای سنتی به دست می‌آید که باعث نیروی زلزله بزرگتری شده و تبع آن باعث قویتر شدن مقاطع و سنگین شدن سازه می‌شود.

۶-۶- توزیع نیروی برشی زلزله در پلان ساختمان:

مطابق بند ۳-۱۰ آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰)، لنگر پیچشی حاصل از رابطه زیر علاوه بر نیروی برشی ناشی از بارهای جانبی باید بین عناصر سازه‌ای طبقه توزیع شود.

$$M_i = \sum_{j=i}^n (e_{ij} + e_{aj}) F_j$$

که در آن e_{ij} برون مرکزی نیروی F_j نسبت به مرکز سختی طبقه i می‌باشد. اثر این مولفه به دلیل اعمال نیروی جانبی توسط نرم افزار در مرکز جرم لحاظ می‌شود.

e_{aj} برون مرکزی اتفاقی طبقه j می‌باشد که مطابق بند ۳-۱۰ آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) باید در هر دو جهت و حداقل برابر با ۵ درصد بعد ساختمان در آن طبقه، در امتداد عمود بر نیروی جانبی، اختیار شود.

۷- نیروی قائم زلزله:

مطابق بند ۳-۲-۳ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰)، نیروی قائم زلزله باید همراه با نیروی افقی در ترکیبات زیر به کار بردگشود.

- ۱۰۰ در صد نیروی زلزله، در هر امتداد افقی با ۳۰ در صد نیروی زلزله، در امتداد عمود بر آن و ۳۰ در صد نیروی زلزله در امتداد قائم.

- ۲۰۰ در صد نیروی زلزله، در امتداد قائم با ۳۰ در صد نیروی زلزله، در هر یک از دو امتداد افقی عمود بر هم.

مطابق بند ۳-۲-۳-الف آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰) نیروی قائم زلزله که اثر مولفه قائم شتاب زلزله در ساختمان است، در تیرهایی که دهانه آنها بیشتر از ۱۵ متر می‌باشد، همراه با ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی آنها باید اعمال شود.

مطابق بند ۳-۲-۳-پ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰)، این نیرو باید به بالکن‌ها و پیش آمدگی‌هایی که به صورت طره ساخته می‌شوند نیز اعمال شود.

مطابق بند ۳-۲-۳-۲ آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (۲۸۰۰)، نیروی مذکور از رابطه زیر محاسبه می‌شود. در مورد بالکن‌ها دو برابر این نیرو باید اعمال گردد.

$$F_V = 0.7 A I W_p = 0.7 \times 0.3 \times 1.0 \times W_p = 0.21 W_p \longrightarrow 2F_V = 0.42 W_p$$

که در آن W_p بار مرده به اضافه کل سربار تیر می‌باشد. به این منظور ترکیبات بار مناسب طراحی در حالت روش تنش مجاز (ASD) به مدل اضافه شده‌اند.

۳- ترکیب بارها:

۱-۱- ترکیب بارهای طراحی سازه :

در طراحی اجزای گوناگون این سازه ترکیب بارهای مختلفی به شرح زیر در نظر گرفته شده‌اند. در طراحی سازه بر اساس این ترکیب بارها مطابق بند ۱-۴ ضوابط طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی، اصلاحیه پیوست دوم آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ویرایش سوم، ۳۳ درصد افزایش تنشهای مجاز برای اثر زلزله مندرج در بند ۱۰-۵-۰ مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران در نظر گرفته نمی‌شود. از آنجا که نرم افزار مورد استفاده در طراحی سازه، به طور خودکار ۳۳ درصد افزایش تنشهای مجاز را برای اثر زلزله در نظر می‌گیرد؛ هنگام معرفی این ترکیب بارها به نرم افزار لازم است؛ تمامی ترکیب بارهای شامل اثر زلزله در ضریب افزایش ۱/۳۳ ضرب شوند.

ترکیب بارهای شامل زلزله طرح:

$$1- 0.75D + 0.75L \pm 0.75S_x$$

$$2- 0.75D + 0.75L \pm 0.75S_y$$

$$3- 0.6D \pm 0.75S_x$$

$$4- 0.6D \pm 0.75S_y$$

ترکیب بارهای ناشی از بارهای ثقلی:

$$1- D$$

$$2- D + L$$

ستون‌های قابها که نسبت تنش محوری (f_a) آن‌ها بیش از $3/4 F_y$ است باید دارای مقاومت کافی برای تحمل دو نیروی محوری زیر، بدون در نظر گرفتن لنگر خمشی ایجاد شده در آنها باشند:

$$P_{DL} + 0.8P_{LL} + 2.8P_E$$

$$0.85P_{DL} + 2.8P_E$$

فشار محوری

کشش محوری

نیروی محوری حاصله باید از $1/7 F_a A$ یا $F_y A$ به تناسب ایجاد کشش یا فشار در مقطع ستون، کمتر باشد.

ترکیب بارهای شامل زلزله تشدید یافته مطابق ضوابط طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی، اصلاحیه پیوست دوم آین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ویرایش سوم باید در طراحی ستونهای باربر جانبی لرزه‌ای که نسبت تنش محوری (f_a) یا (f_t) آن‌ها بیش از $4/4 F_y$ است به کار رود. این ستونها باید دارای مقاومت کافی برای تحمل دو نیروی محوری زیر، بدون در نظر گرفتن لنگر خمی ایجاد شده در آنها باشند:

$$1- 0.6D + 0.6L + 0.6\Omega_0 E$$

$$2- 0.5D + 0.6\Omega_0 E$$

نیروی محوری حاصله باید از $F_a A$ یا $F_t A$ به تناسب ایجاد کشش یا فشار در مقطع ستون، کمتر باشد. در روابط فوق ضریب افزاینده Ω_0 برابر $2/8$ برای کلیه سیستم‌های باربر جانبی مطابق استاندارد ۲۸۰۰ بکار برد می‌شود.

اثر بار مرده، LL اثر بار زنده، S_x اثر طیف زلزله در راستای طولی سازه، S_y ، اثر طیف زلزله در راستای عرضی سازه است. ترکیب بارهای شامل نیروی زلزله در هر امتداد افقی، شامل صد درصد نیروی زلزله در آن امتداد افقی با 30° درصد نیروی زلزله در راستای عمود بر آن در نظر گرفته شده است. به منظور لحاظ نمودن نیروی قائم زلزله ترکیبات بار مناسب طراحی در به روش تنش مجاز (ASD) به مدل اضافه شده‌اند.

۳-۲- ترکیب بارهای طراحی دالهای:

در طراحی دالهای سازه تنها ترکیب بارهای ثقلی موثر مباشند، لذا ترکیبات بار لرزه‌ای در طراحی دالهای سازه منظور نشده‌اند. ترکیب بار زیر، در طراحی دالهای سازه در نظر گرفته شده است:

$$1.4DL + 1.7LL$$

۳-۲- ترکیب بارهای طراحی پی:

ترکیب بارهای زیر، در طراحی سازه‌ای پی در نظر گرفته شده‌اند:

$$1- 1.4DL + 1.7LL$$

$$2- 0.75 (1.4DL + 1.7LL +/- 1.7*1.1 E_x)$$

$$3- 0.75 (1.4DL + 1.7LL +/- 1.7*1.1 E_y)$$

۴-0.9 DL +/- 1.3*1.1 E_x

۵-0.9 DL +/- 1.3*1.1 E_y

DL اثر بار مرده، LL اثر بار زنده، E_x اثر زلزله در راستای طولی سازه و E_y اثر زلزله در راستای عرضی سازه می‌باشند.

ترکیب بارهای زیر، در کنترل تنش زیر خاک و نشستهای پی در نظر گرفته شده اند:

۱- DL + LL

۲- 0.75 (DL+ LL +/- E_x)

۳- 0.75 (DL + LL +/- E_y)

به منظور کنترل بلند شدگی پی از روی خاک و تامین ضریب ایمنی ۱/۵ در مقابل نیروهای بلند کننده، ترکیب بارهای زیر، براساس بند ۱۷-۴-۵ آیین نامه بتن ایران (آبا) بررسی شده‌اند:

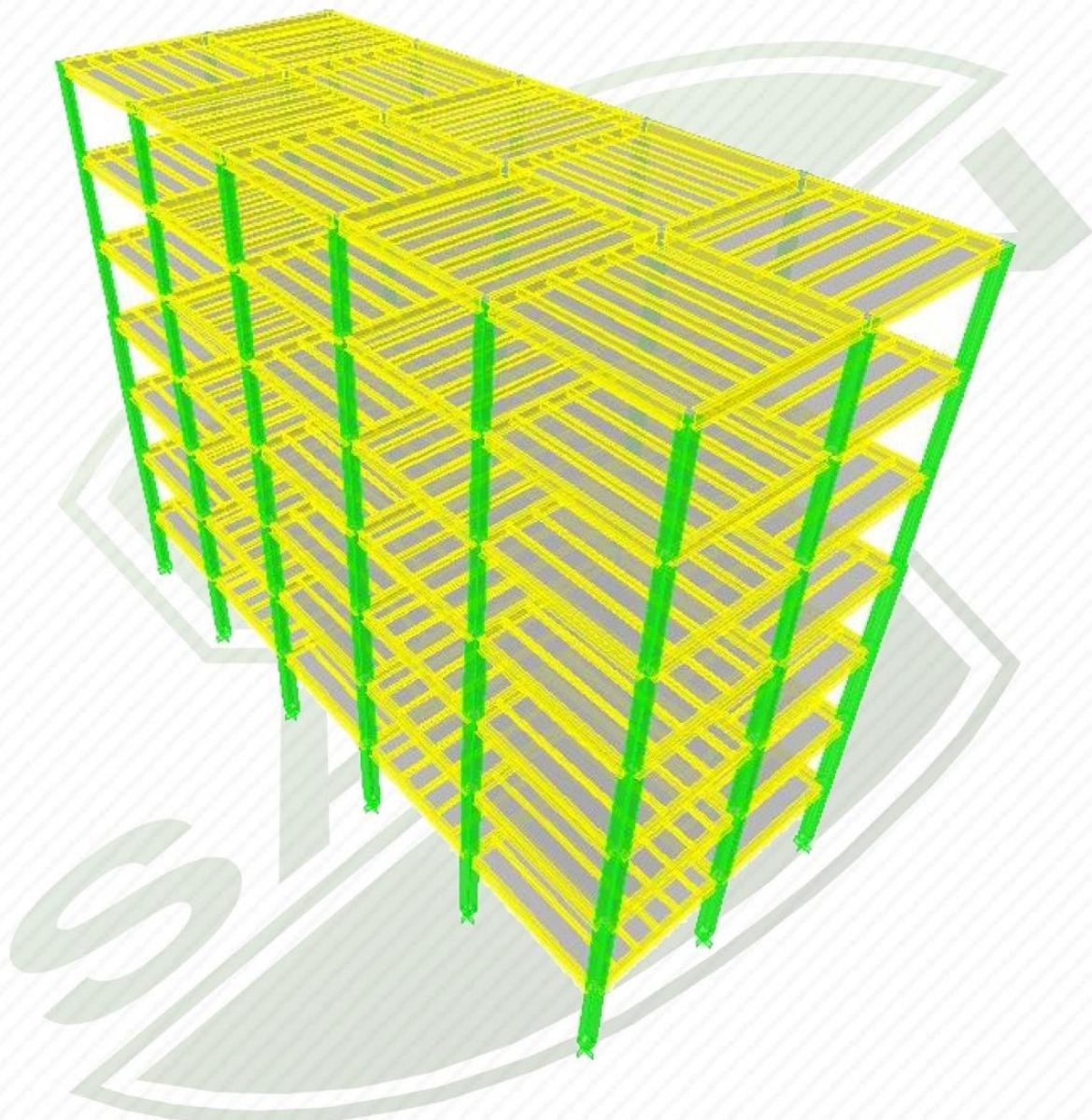
۱- DL+ +/- 1.5 E_x)

۲- DL +/- 1.5 E_y)

۴- مدل سازی و تحلیل:

۱-۱- معرفی مدل:

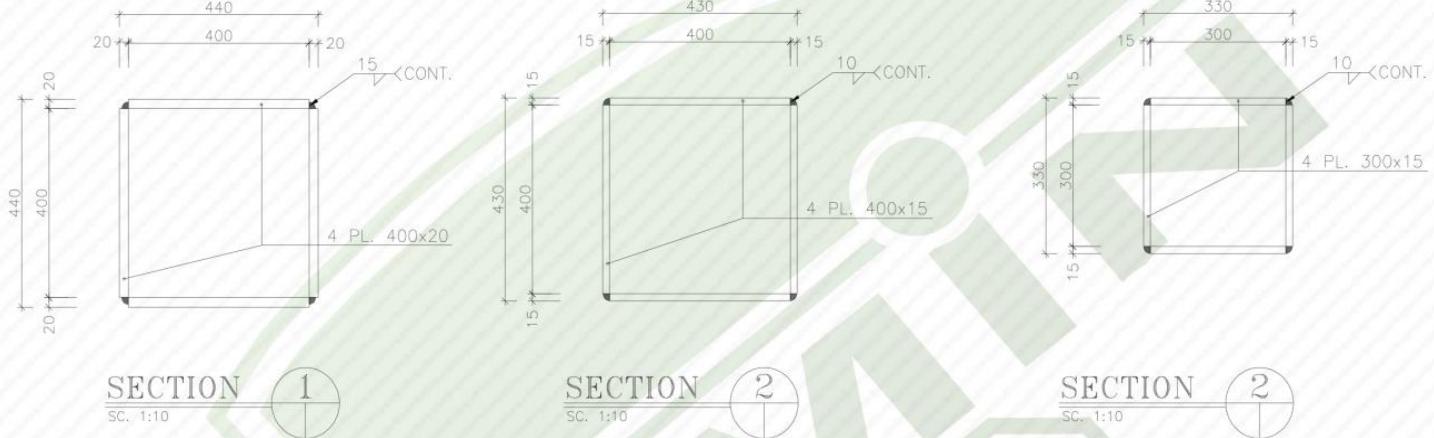
مدل سازه، با استفاده از نرم افزار ETABS 8.54 تهیه شده است. تیرها، ستون‌ها و تیرچه‌ها به کمک المان تیر و دال‌های کف ، توسط المان پوسته به صورت Deck مدل شده‌اند. تکیه‌گاه‌های ستون‌ها ، گیردار در نظر گرفته شده‌اند. درجات آزادی کلیه گره‌های کف هر طبقه، به صورت دیافراگم صلب به گره مرکز جرم طبقه وابسته شده‌اند. در شکل‌های زیر چند نمای سه بعدی از مدل سازه‌ای قابل مشاهده است.



۵- معرفی مقطع اعضای سازه ای:

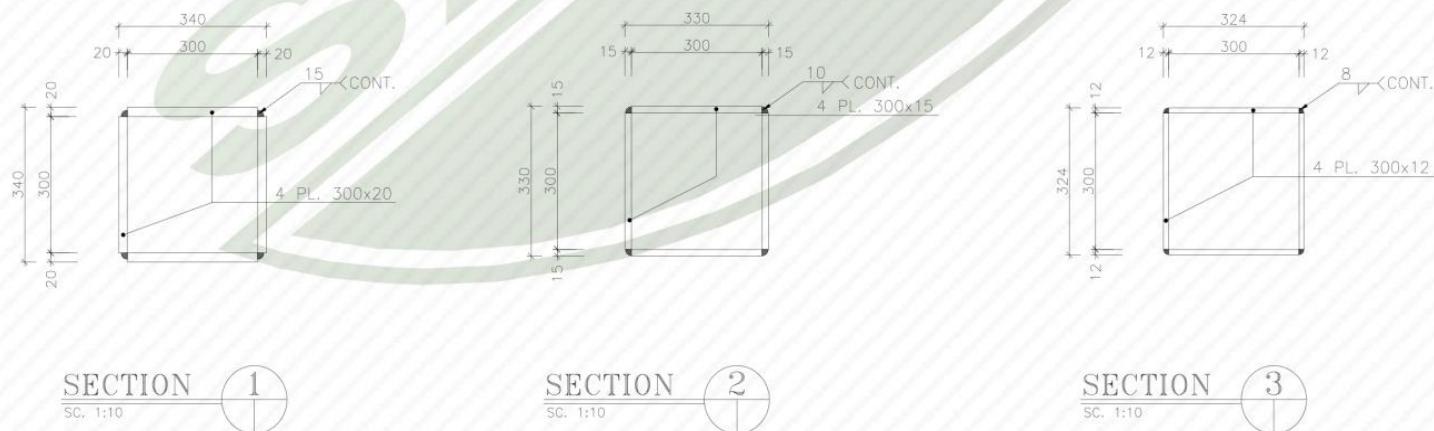
۱- ستون ها در ساختمان با دیوارهای سنتی:

ستون ها در ۳ تیپ به صورت BOX مطابق شکل های زیر در نظر گرفته شده اند.



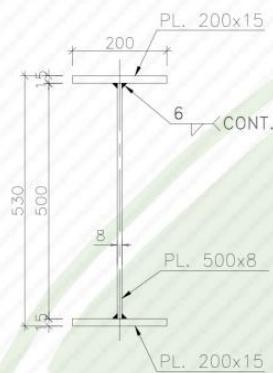
۲- ستون ها در ساختمان با دیوارهای XPS :

ستون ها در ۳ تیپ به صورت BOX مطابق شکل های زیر در نظر گرفته شده اند.

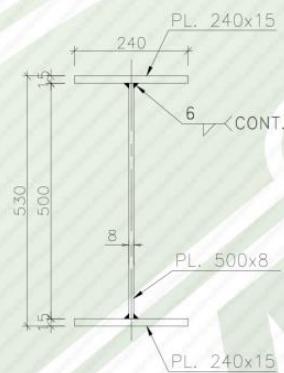


۳-۵- تیرها در ساختمان با دیوارهای سنتی:

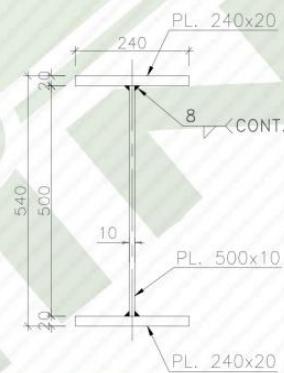
تیرها در ۶ تیپ به صورت I مطابق شکلهای زیر در نظر گرفته شده‌اند. علاوه بر این از مقاطع نورد شده IPE220 برای تیرچه‌ها بهره گرفته شده است.



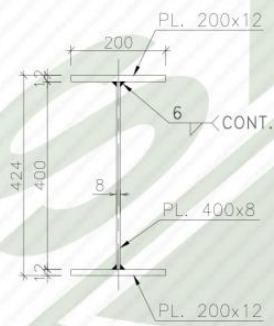
مقطع تیر PG-51
Sc. 1/10



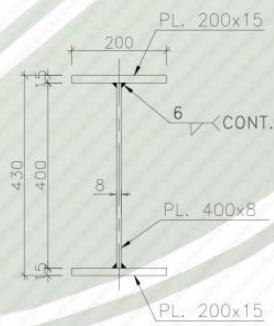
مقطع تیر PG-52
Sc. 1/10



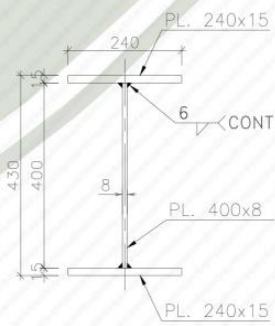
مقطع تیر PG-53
Sc. 1/10



مقطع تیر PG-41
Sc. 1/10



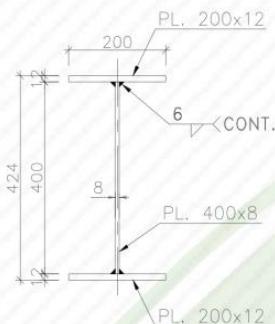
مقطع تیر PG-42
Sc. 1/10



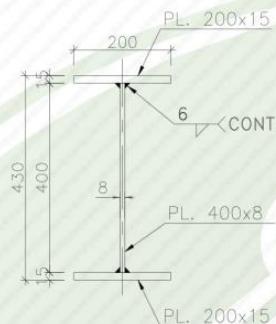
مقطع تیر PG-43
Sc. 1/10

۴-۵- تیرها در ساختمان با دیوارهای XPS

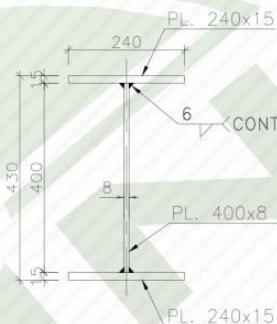
تیرها در ۵ تیپ به صورت I مطابق شکل‌های زیر در نظر گرفته شده‌اند. علاوه بر این از مقاطع نورد شده IPE200 برای تیرچه‌ها بهره گرفته شده است.



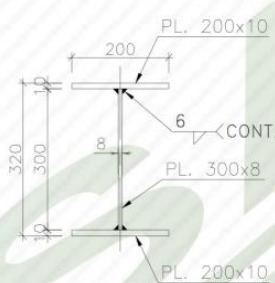
PG-41 مقطع تیر
Sc. 1/10



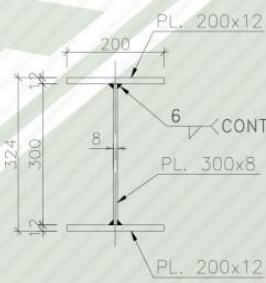
PG-42 مقطع تیر
Sc. 1/10



PG-43 مقطع تیر
Sc. 1/10



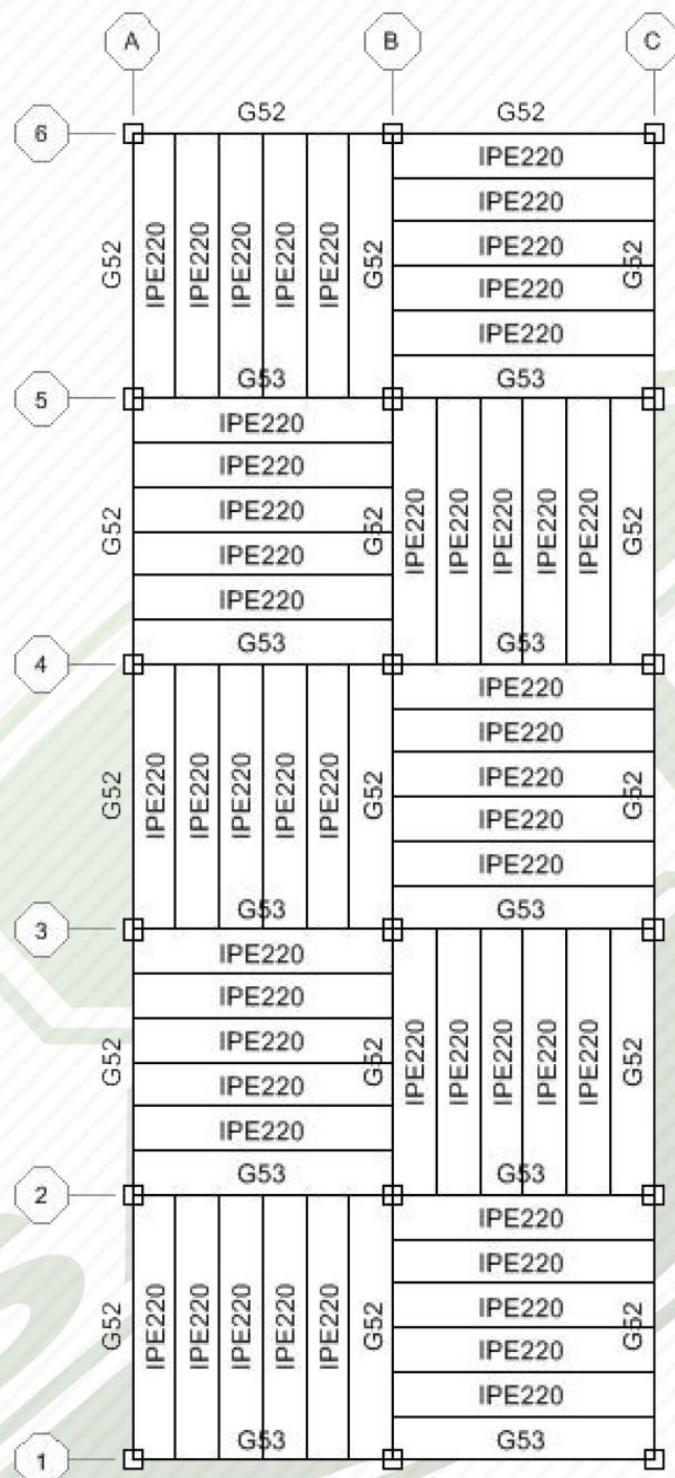
PG-31 مقطع تیر
Sc. 1/10



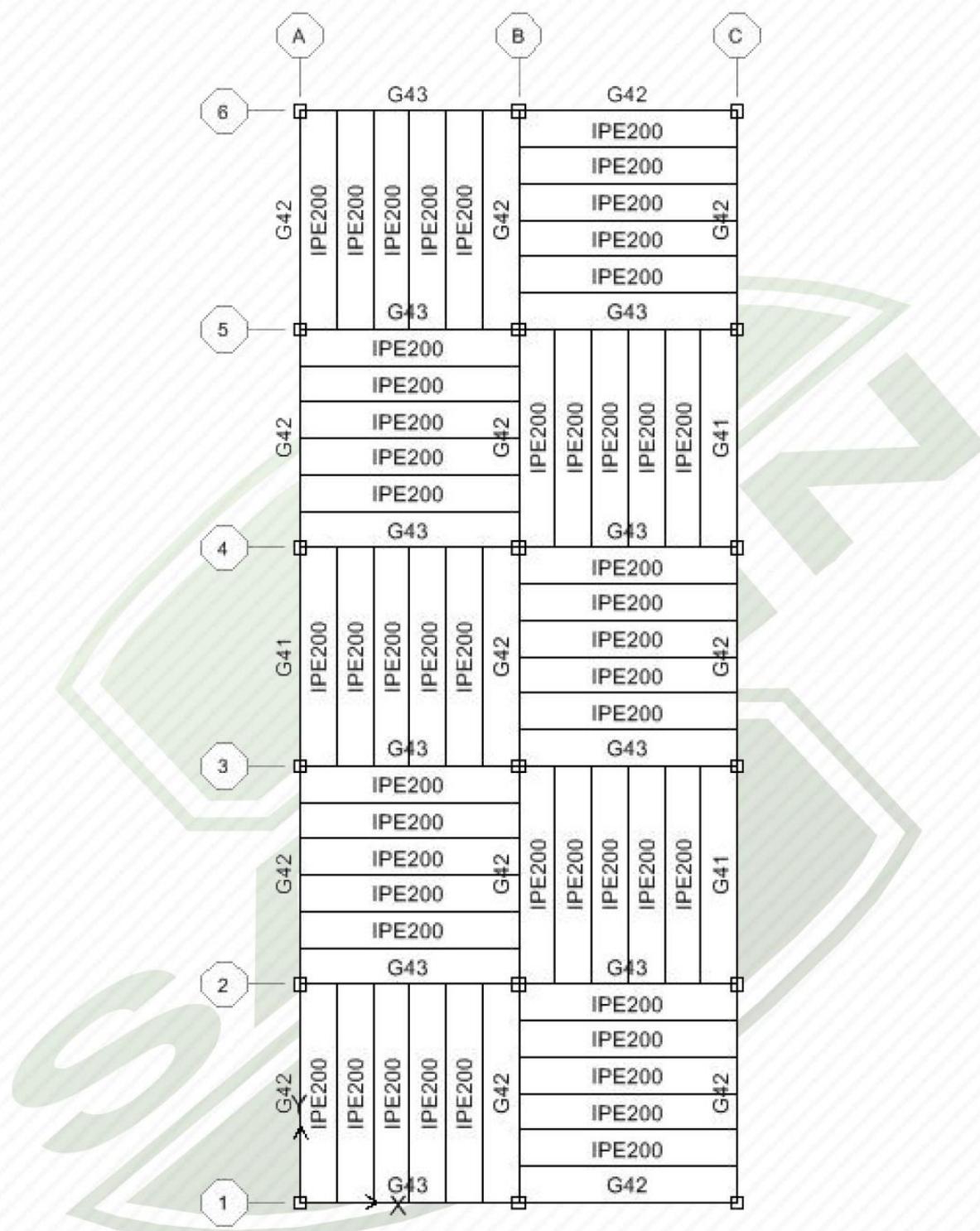
PG-32 مقطع تیر
Sc. 1/10

در صفحات بعد نتایج طراحی تیر و ستون‌ها در پلان و قاب‌ها مربوط به هر دو سازه نشان

داده شده و با هم مقایسه شده اند.

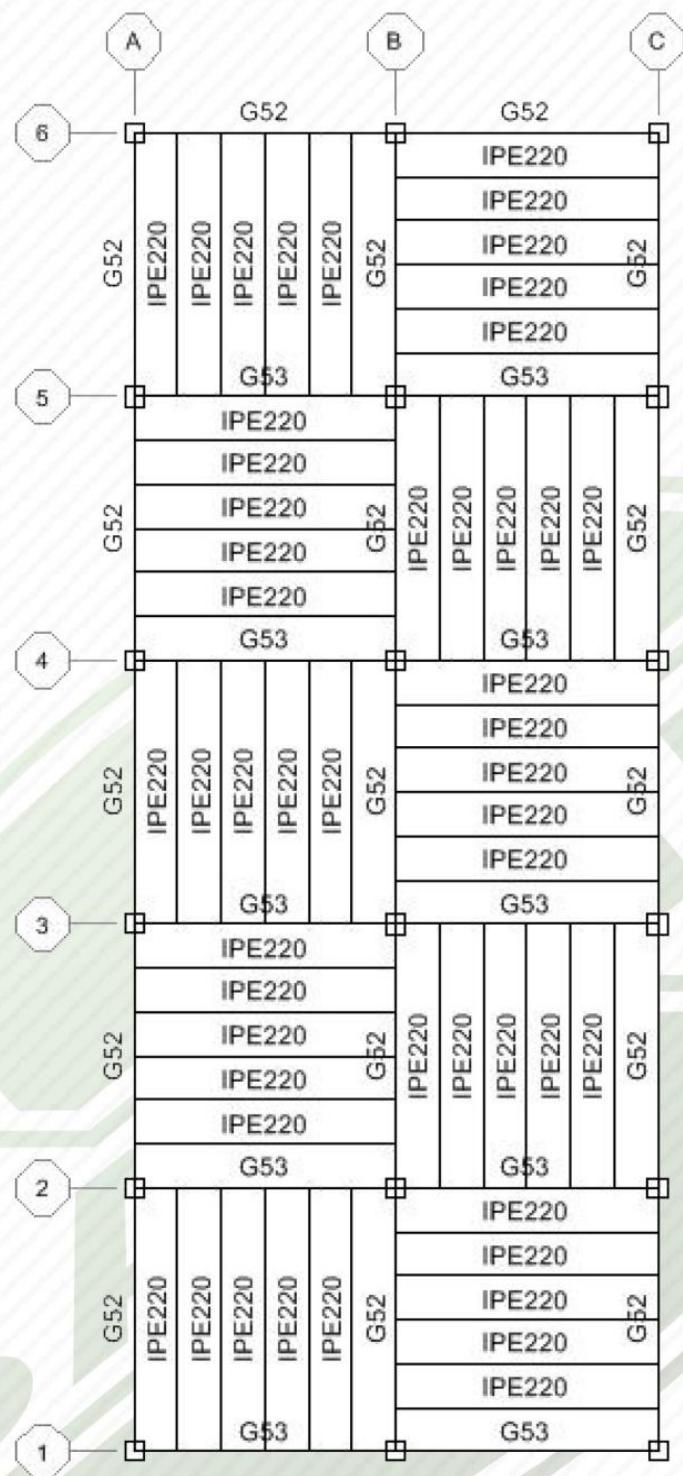


نتایج طراحی اعضا کف طبقه همکف
(دیوارهای سنتی)

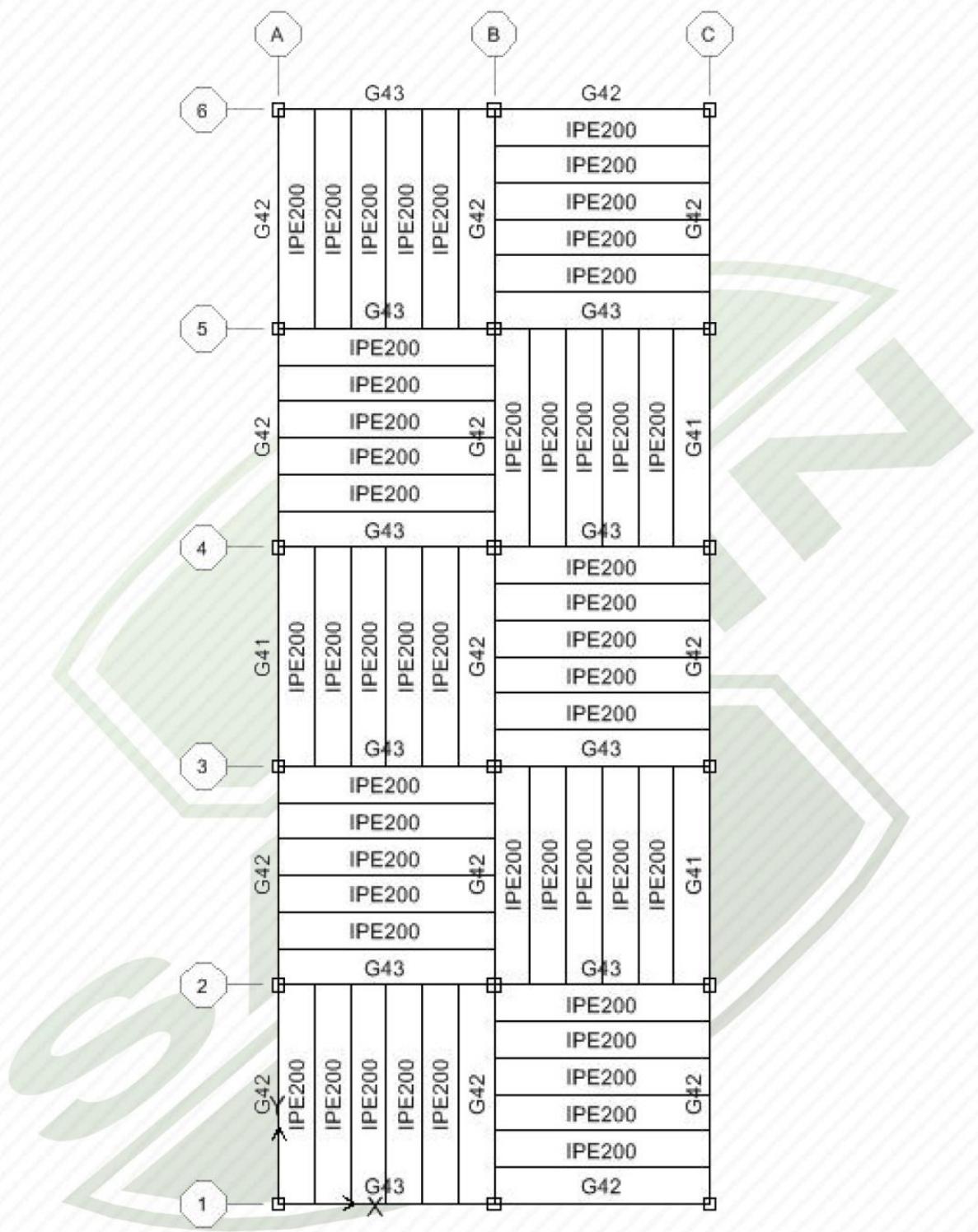


نتائج طراحی اعضا کف طبقه همکف

(XPS دیوارهای)

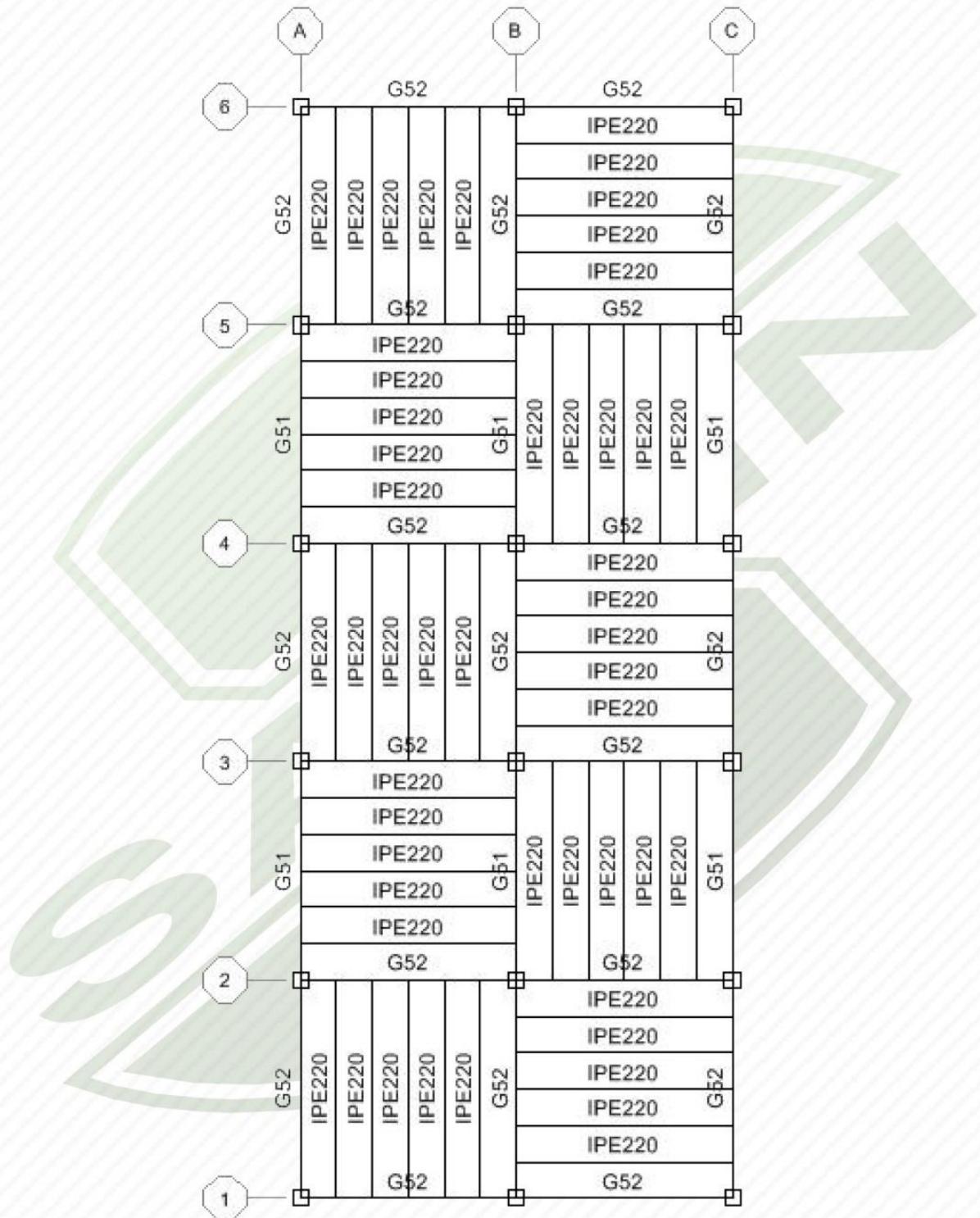


نتایج طراحی اعضا کف طبقه اول
(دیوارهای سنتی)

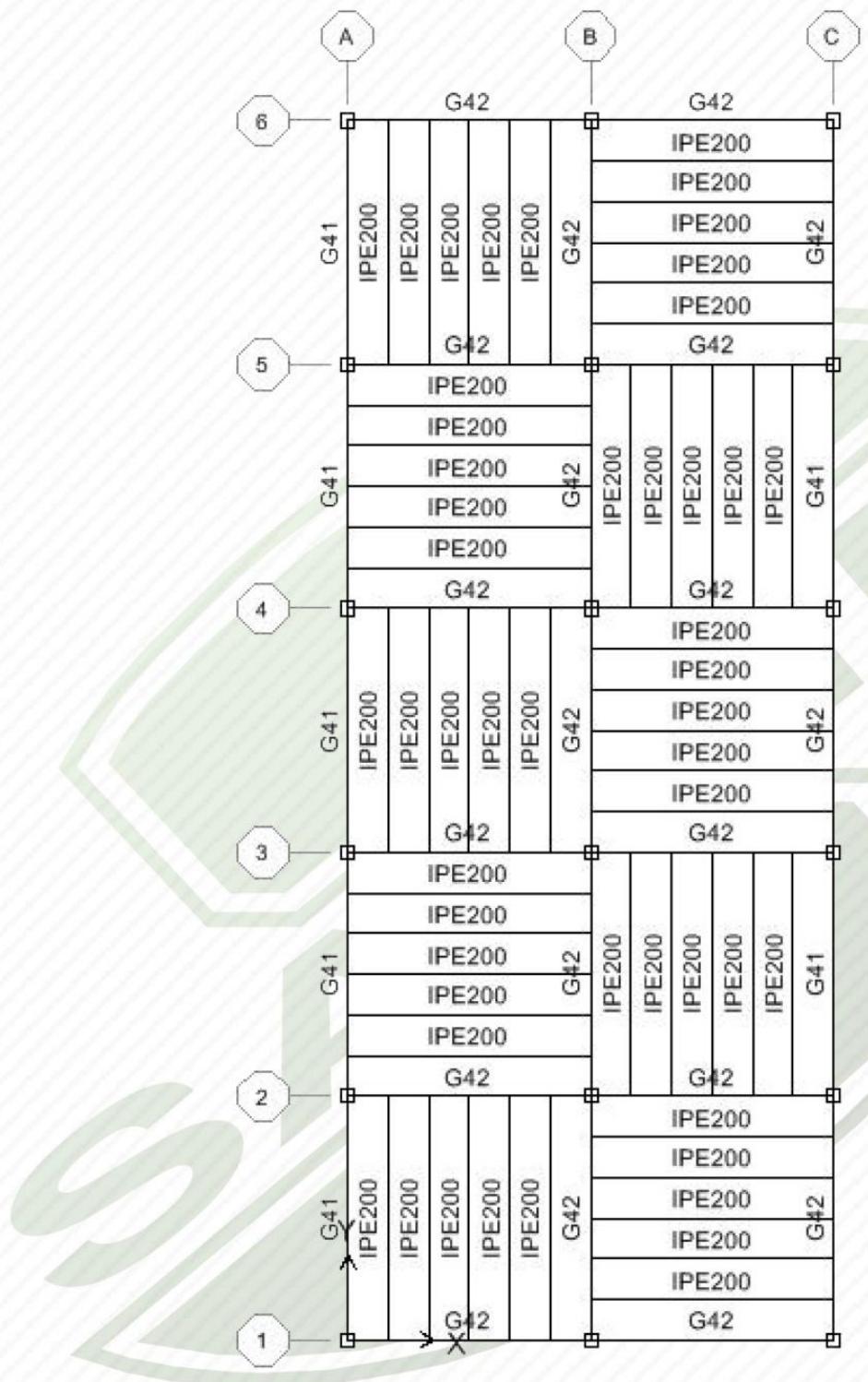


نتائج طراحی اعضا کف طبقه اول

(دیوارهای XPS)

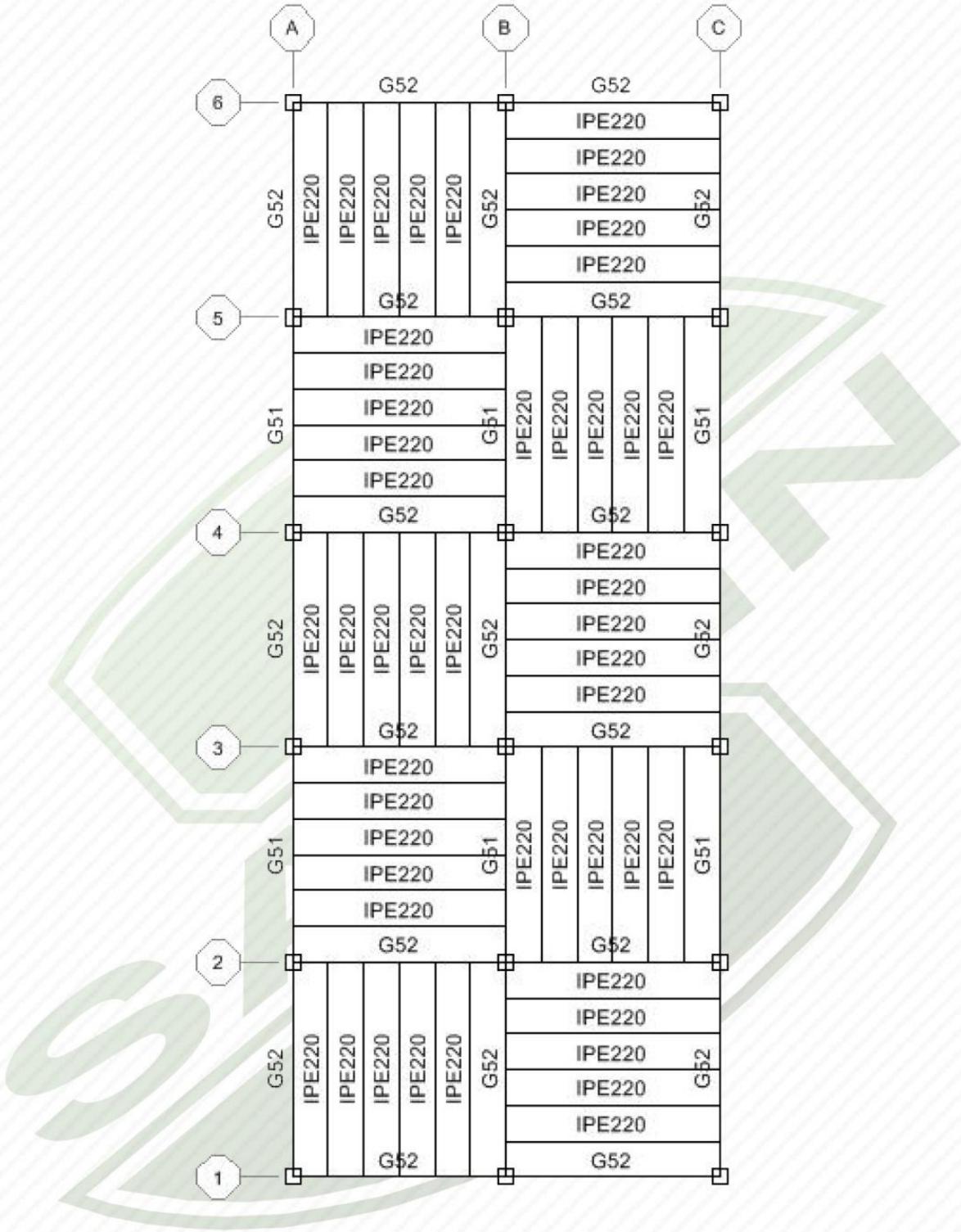


نتایج طراحی اعضا کف طبقه دوم
(دیوارهای سنتی)

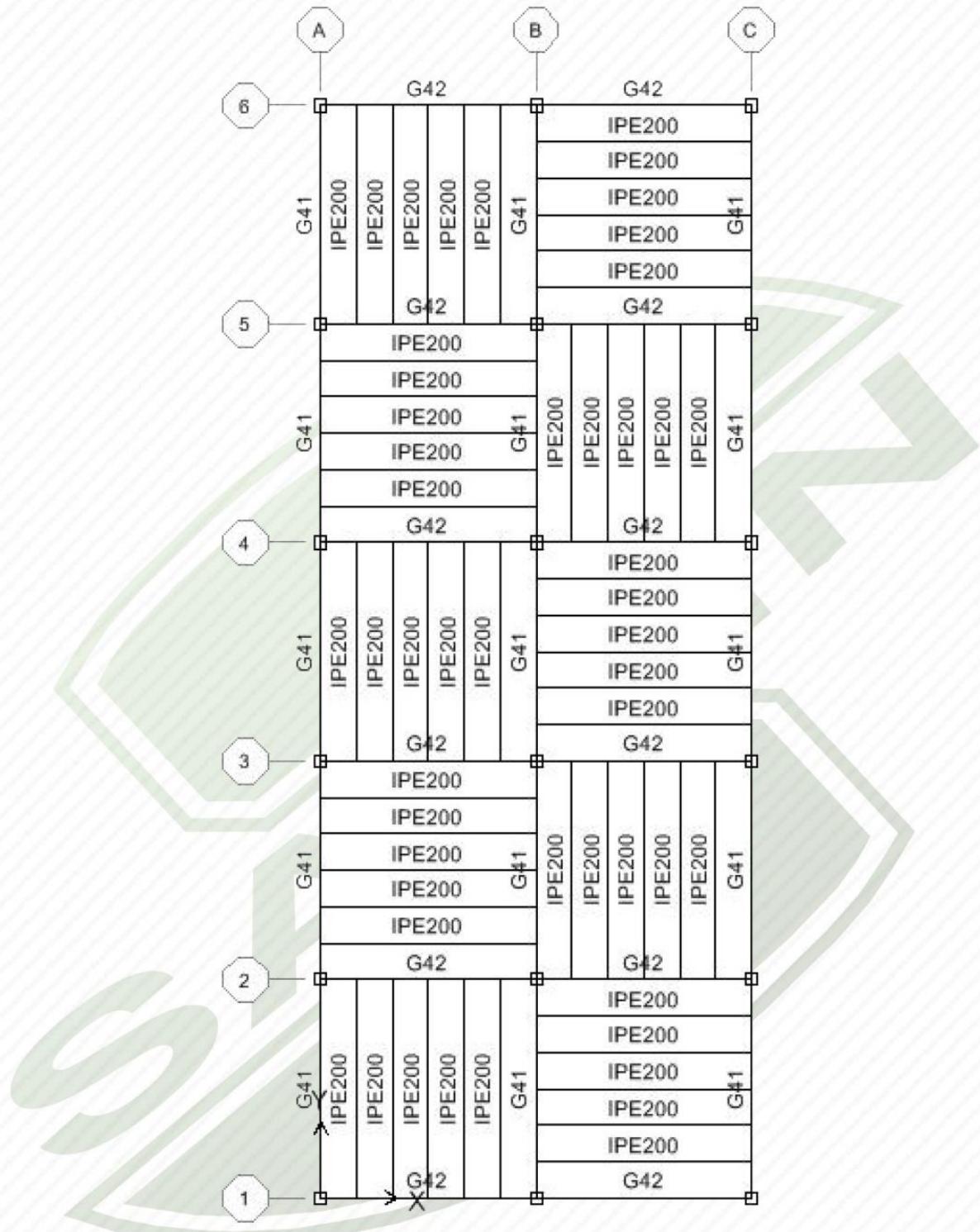


نتایج طراحی اعضا کف طبقه دوم

(دیوارهای XPS)

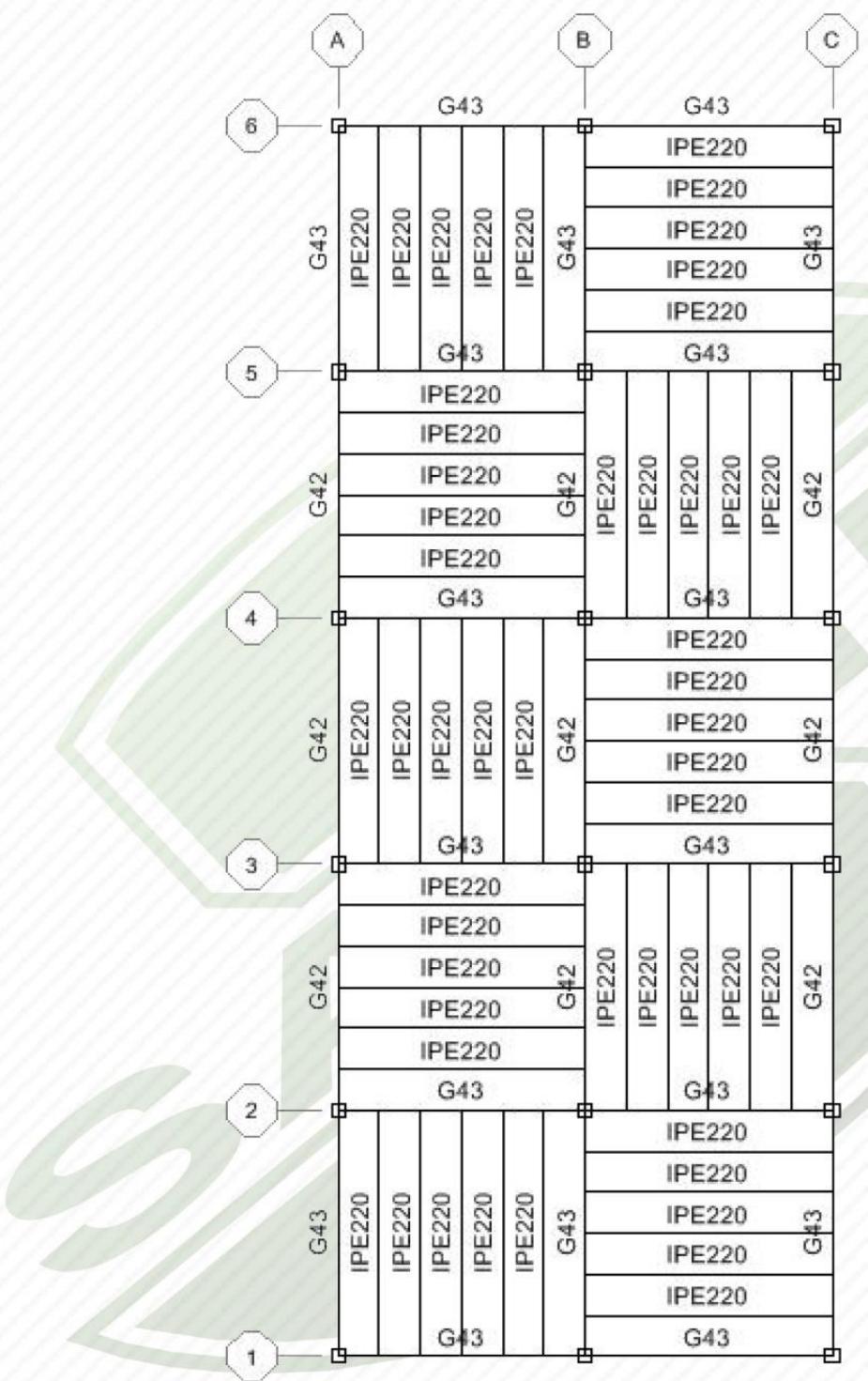


نتایج طراحی اعضا کف طبقه سوم
(دیوارهای سنتی)

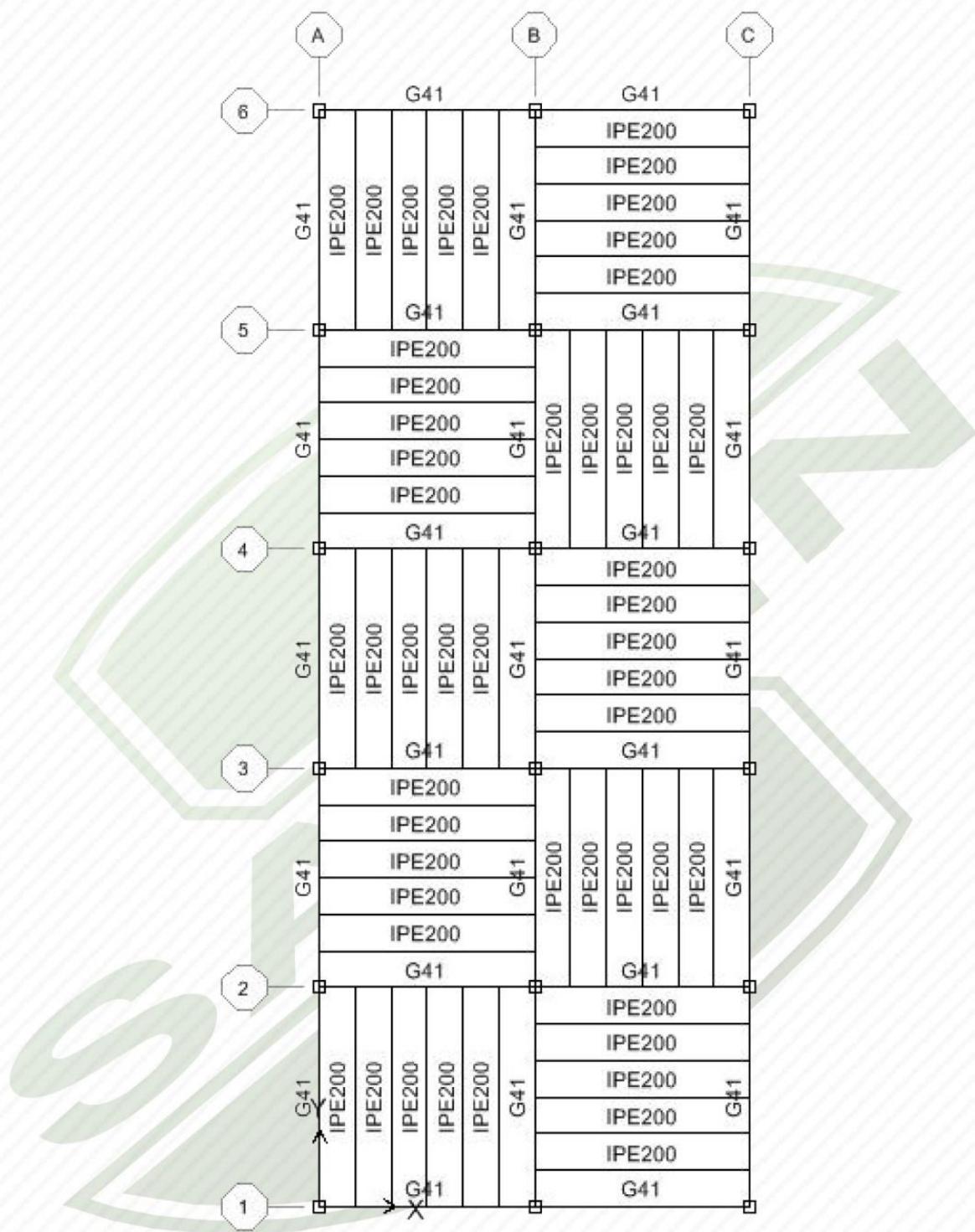


نتایج طراحی اعضا کف طبقه سوم

(دیوارهای XPS)

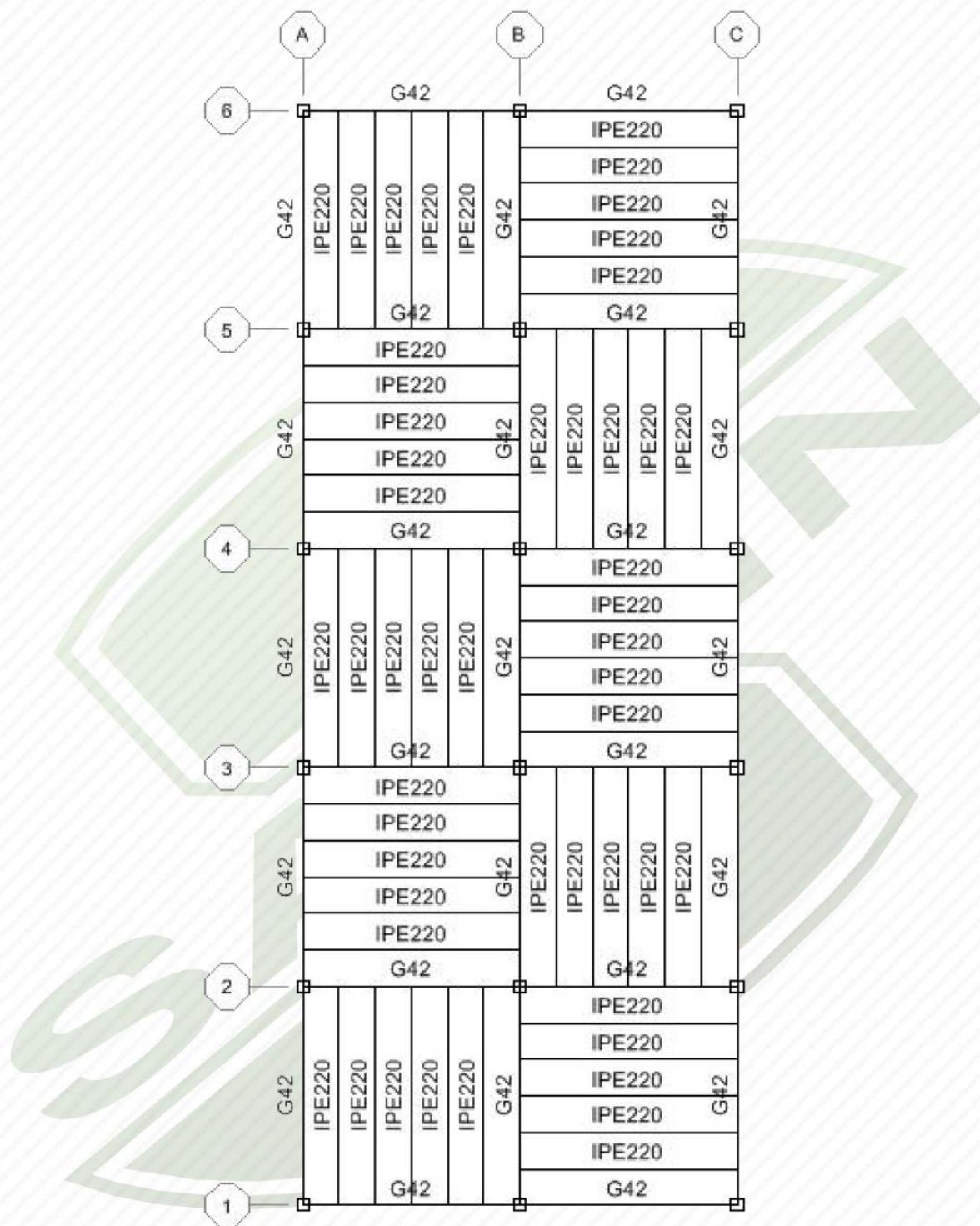


نتایج طراحی اعضا کف طبقه چهارم
(دیوارهای سنتی)

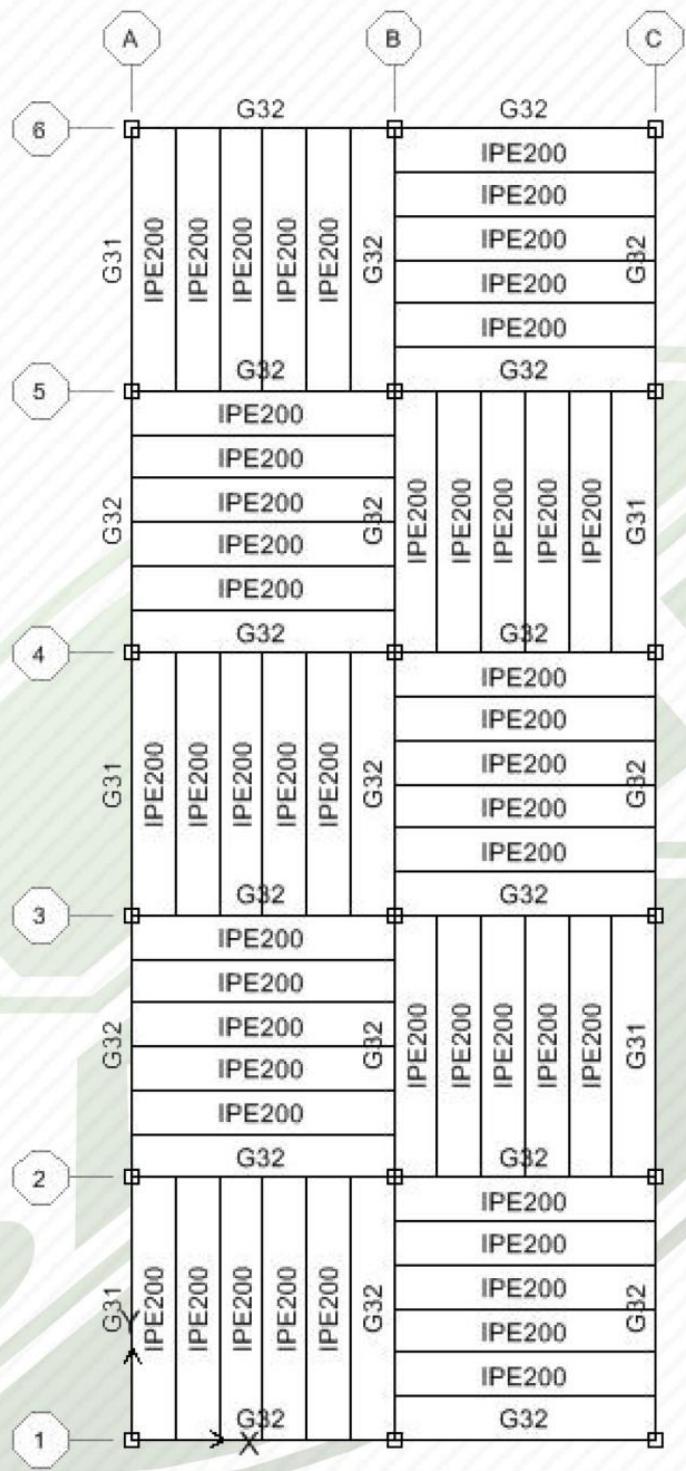


نتایج طراحی اعضا کف طبقه چهارم

(دیوارهای XPS)

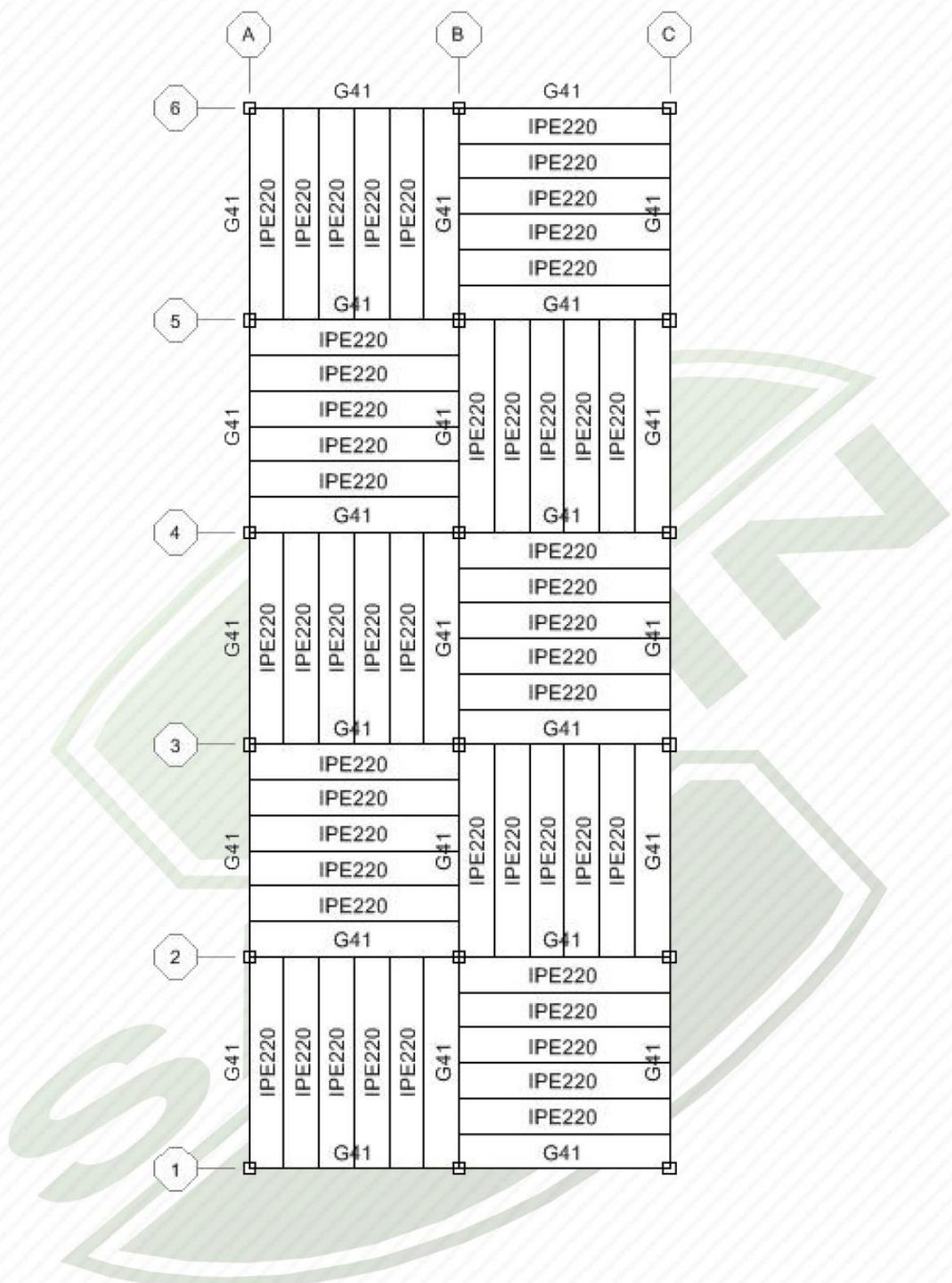


نتایج طراحی اعضا کف طبقه پنجم
(دیوارهای سنتی)

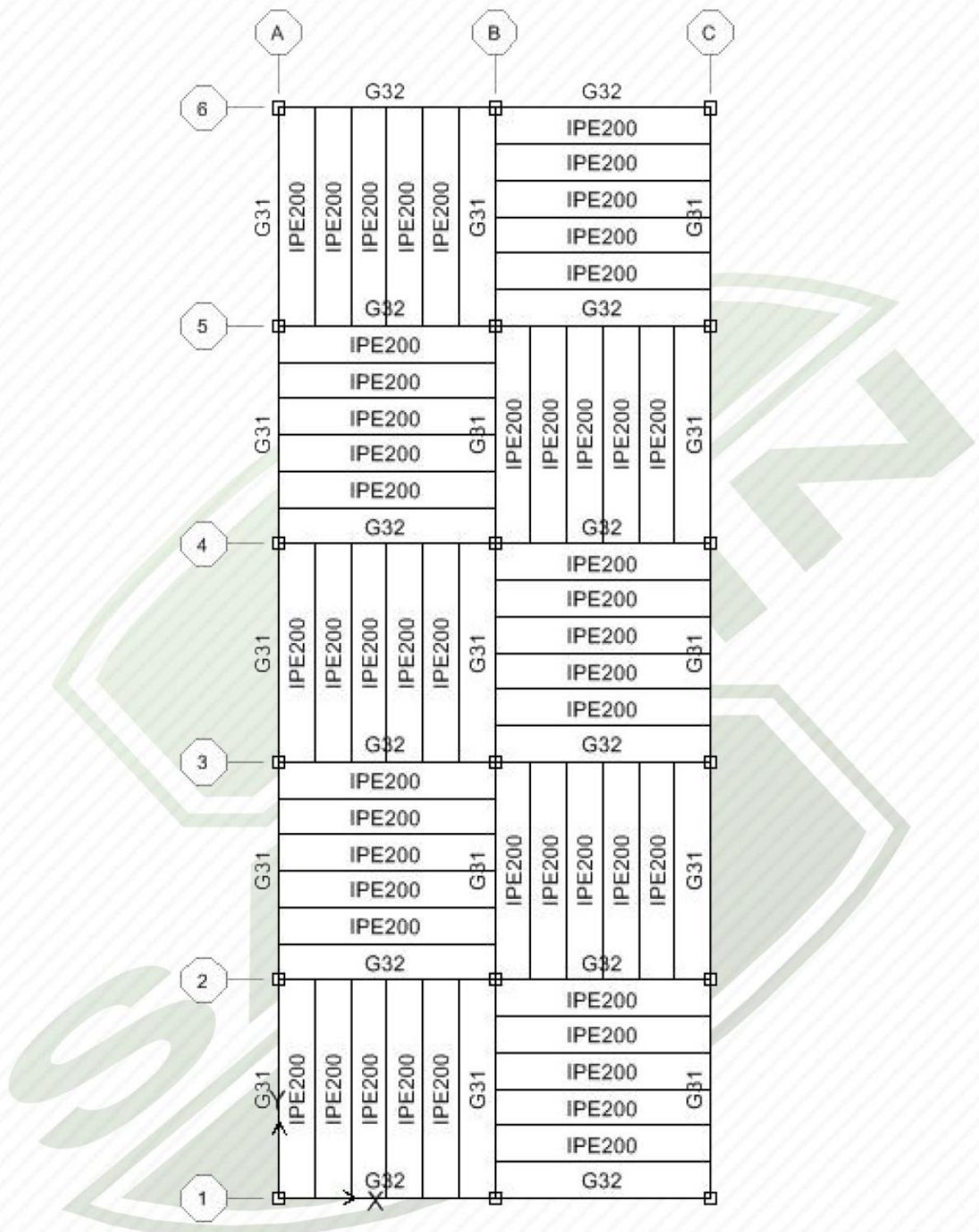


نتایج طراحی اعضا کف طبقه پنجم

(دیوارهای XPS)

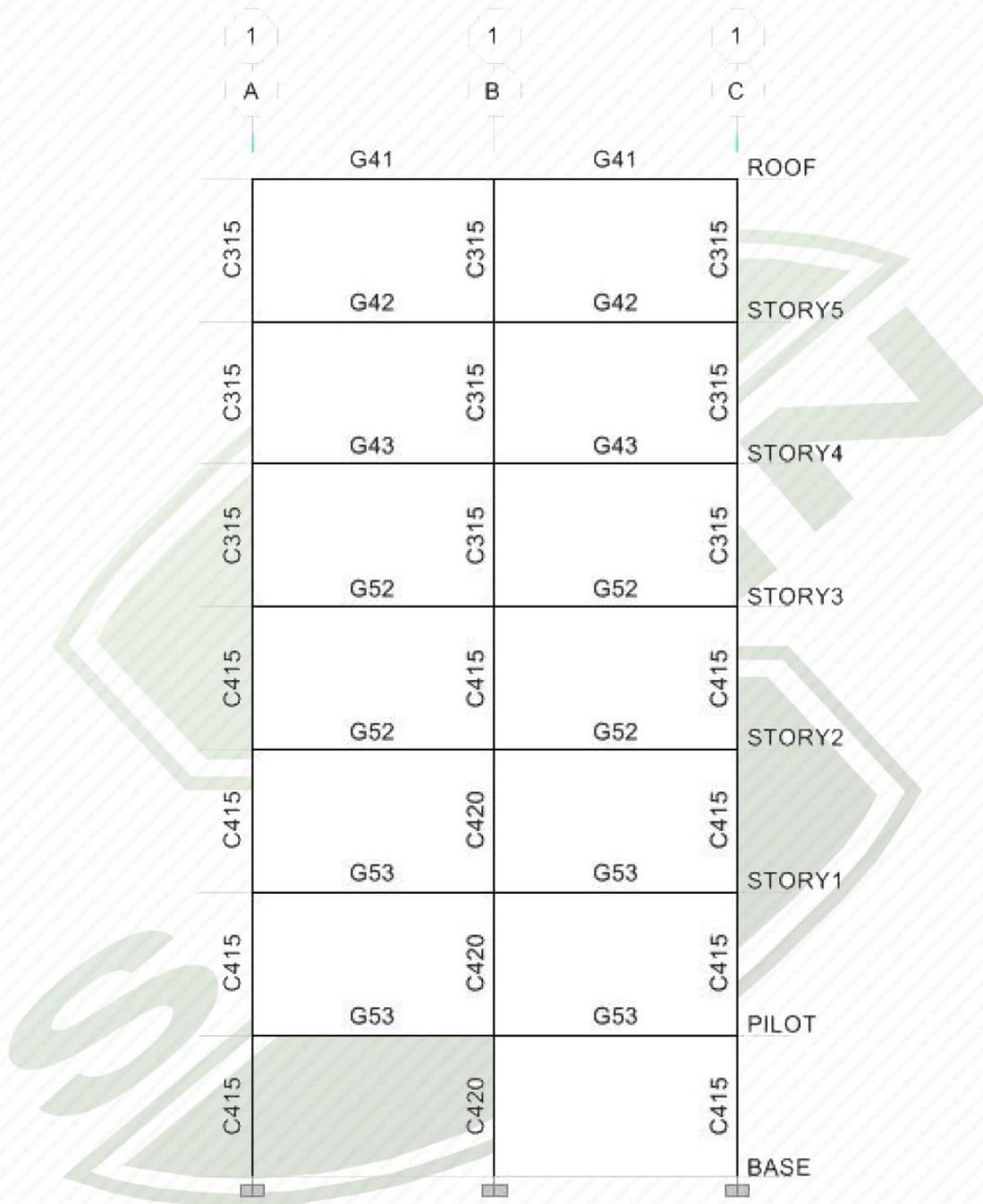


نتایج طراحی اعضا کف بام
(دیوارهای سنتی)

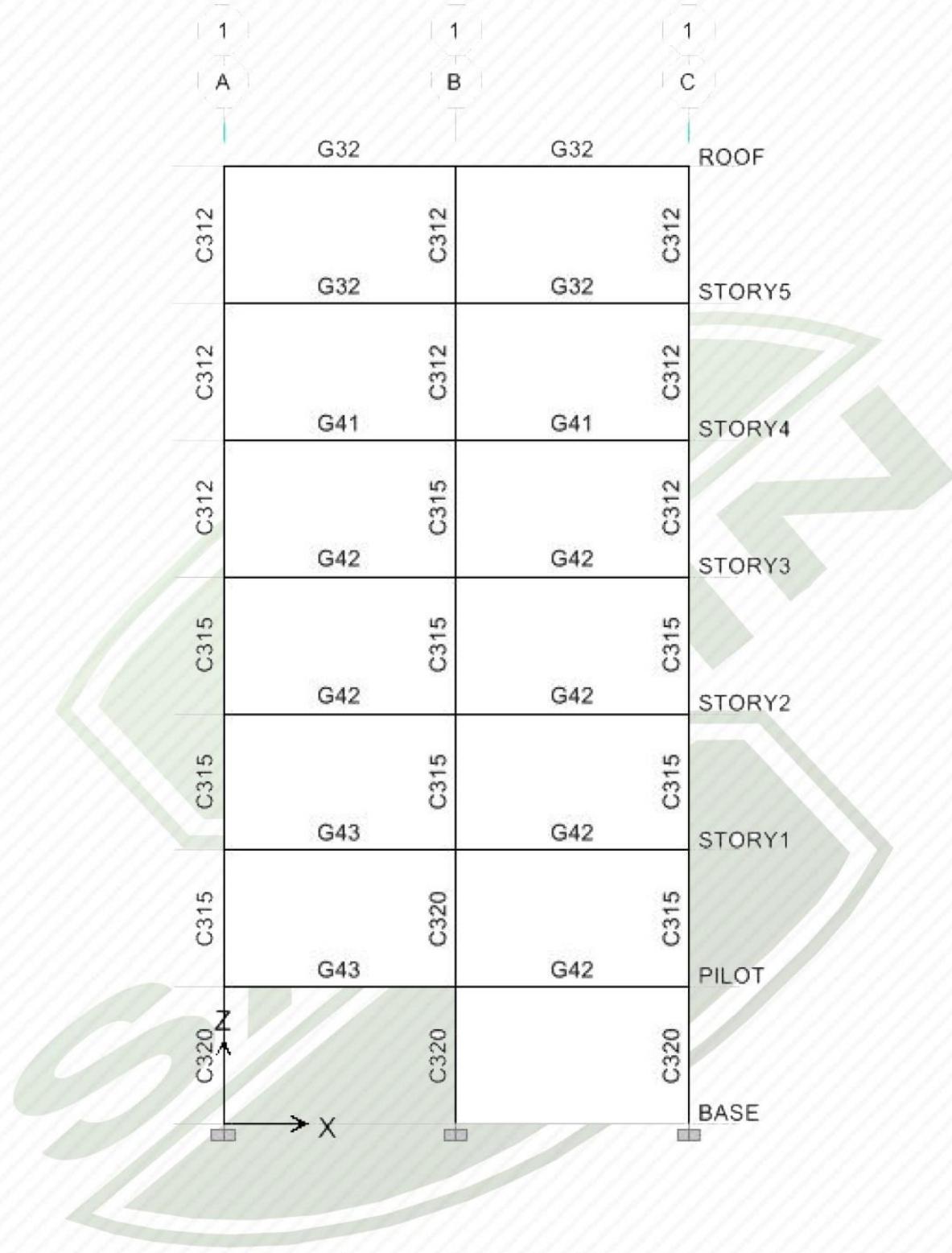


نتایج طراحی اعضا کف بام

(XPS دیوارهای)

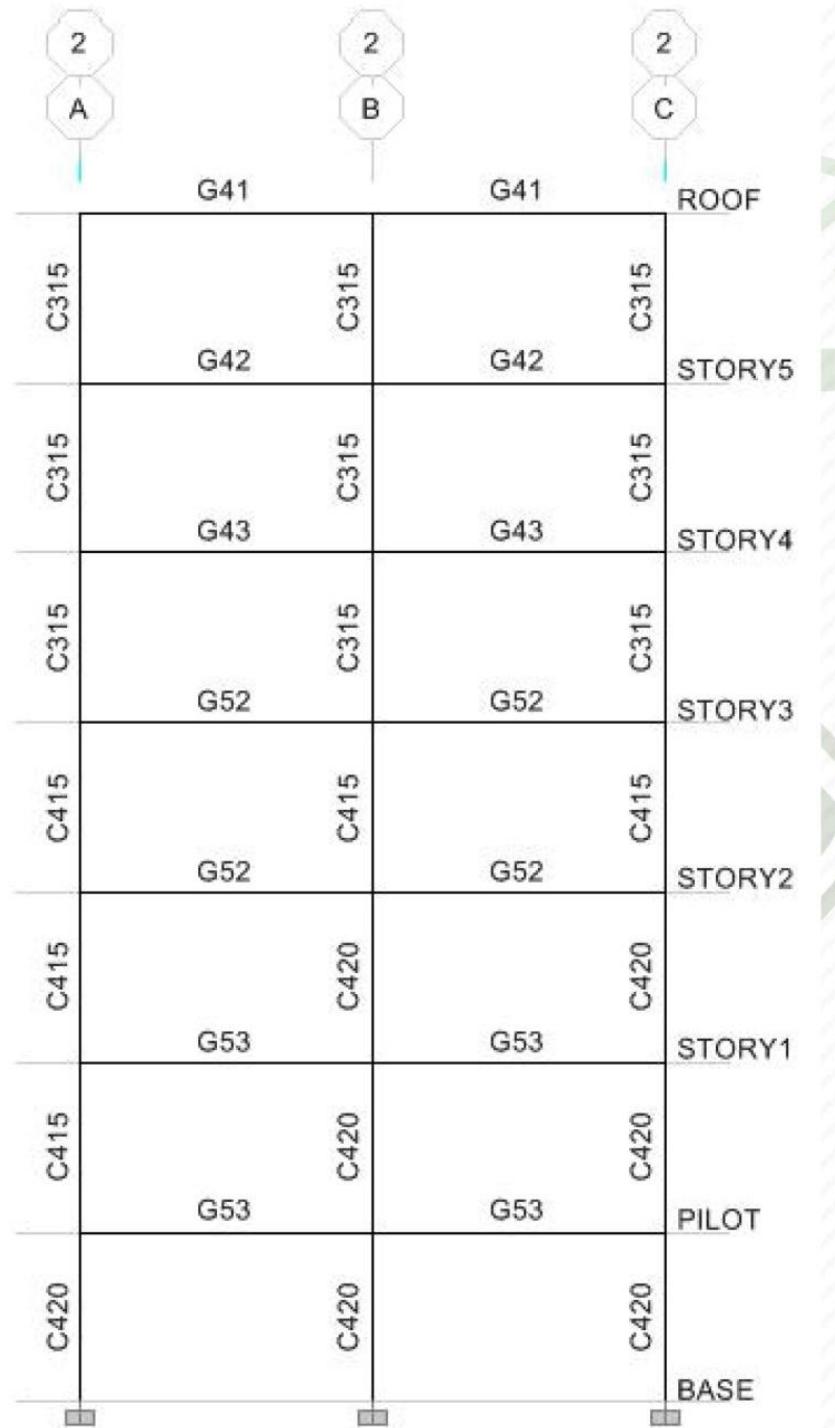


نتایج طراحی اعضا روی محور ۱
(دیوارهای سنتی)



نتائج طراحی اعضا روی محور ۱

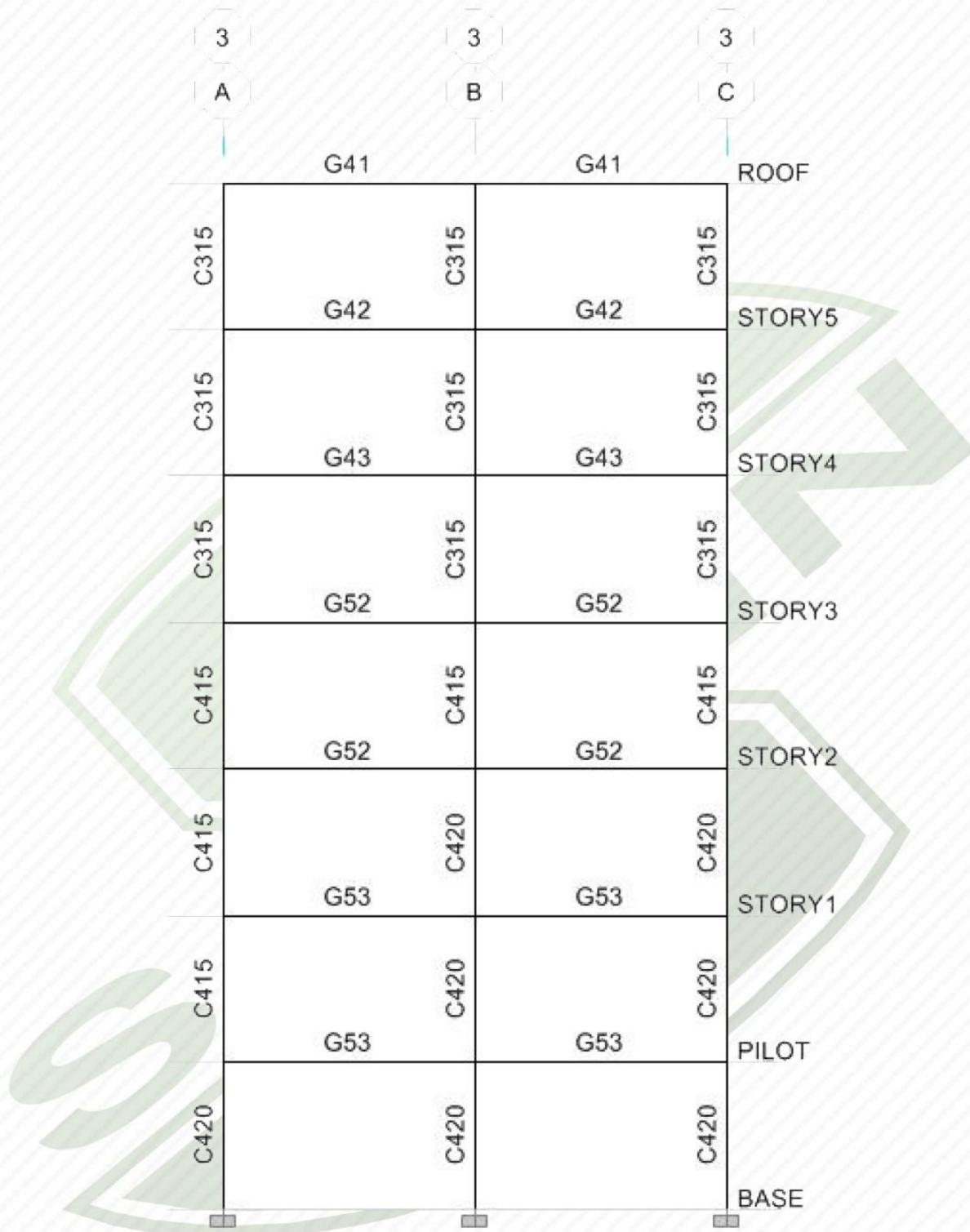
(دیوارهای XPS)



نتایج طراحی اعضاء روی محور ۲
(دیوارهای سنتی)



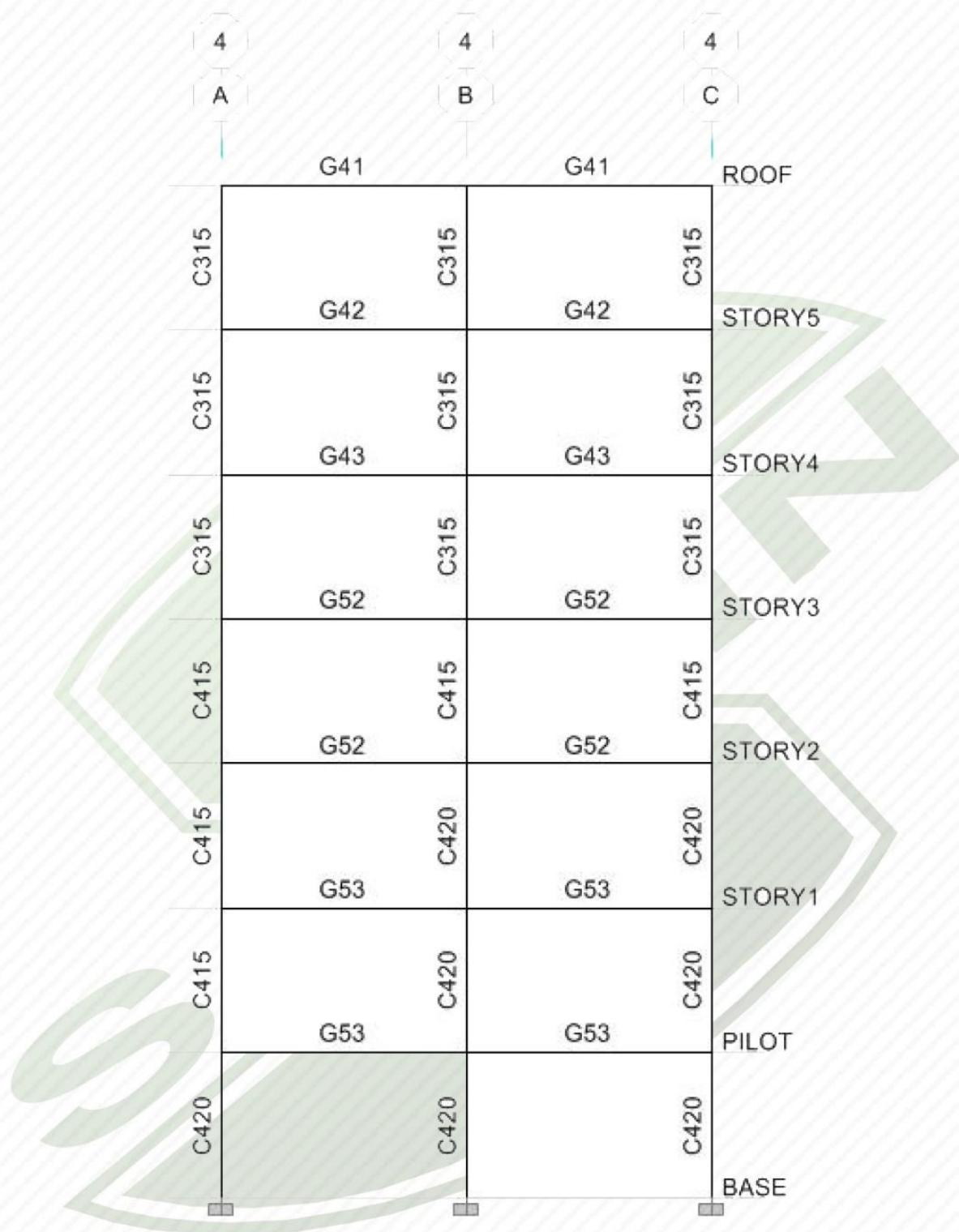
نتایج طراحی اعضا روى محور ۲
(دیوارهای XPS)



نتایج طراحی اعضا روی محور ۳
(دیوارهای سنتی)



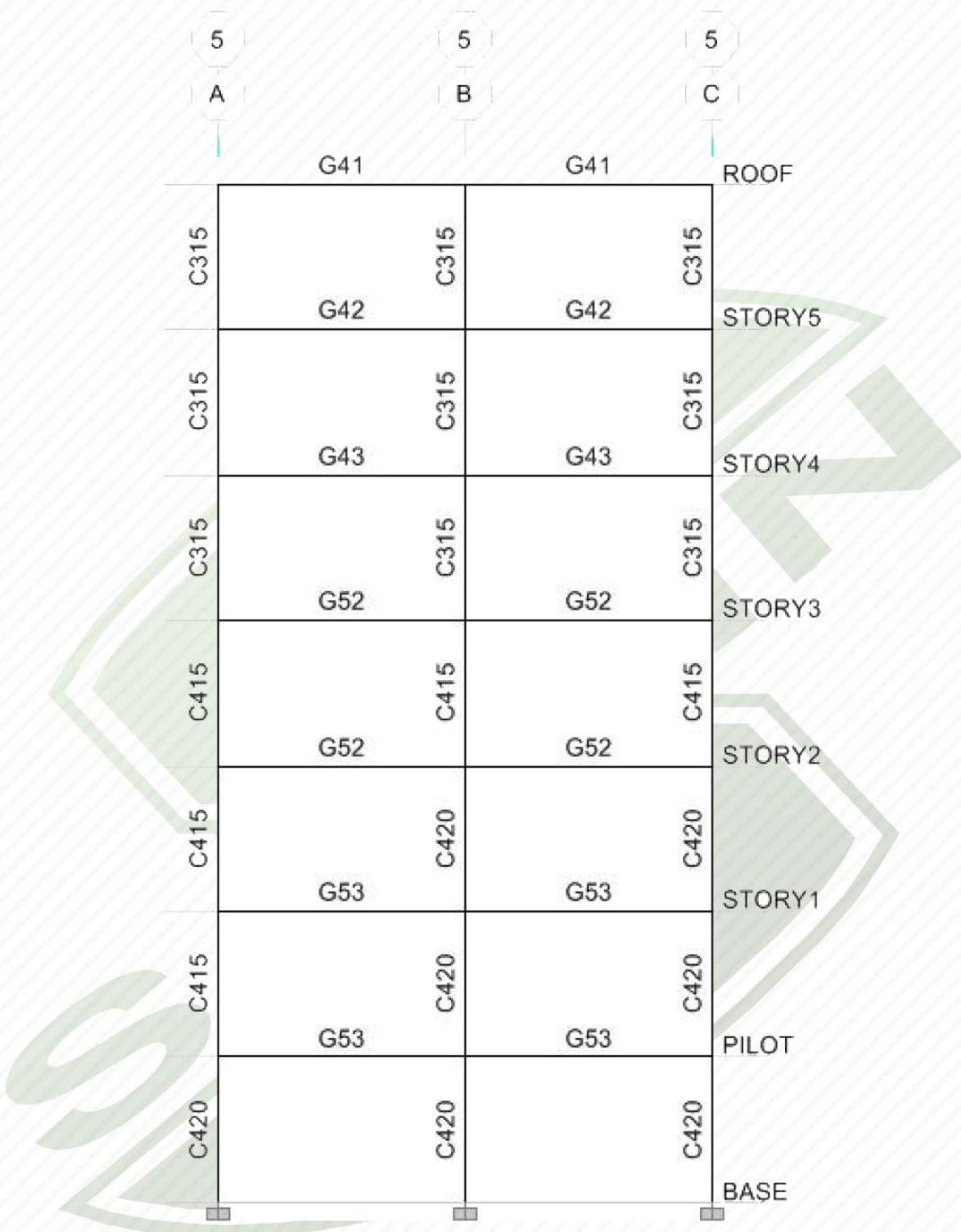
نتایج طراحی اعضا روی محور ۳
(دیوارهای XPS)



نتایج طراحی اعضا روى محور ۴
(دیوارهای سنتی)



نتایج طراحی اعضا روى محور ٤
 (دیوارهای XPS)



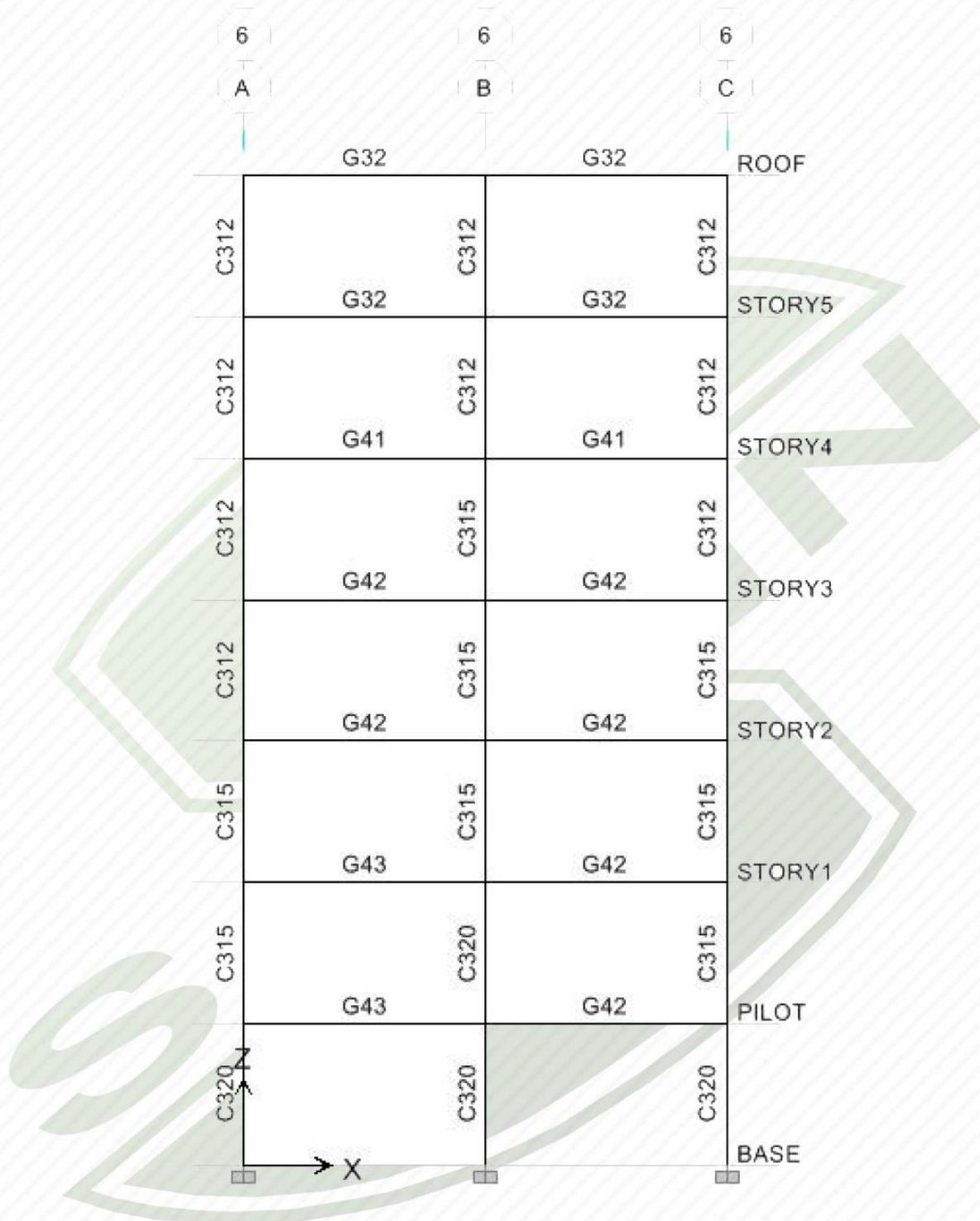
نتایج طراحی اعضا روی محور ۵
(دیوارهای سنتی)



نتایج طراحی اعضا روی محور ۵
(دیوارهای XPS)



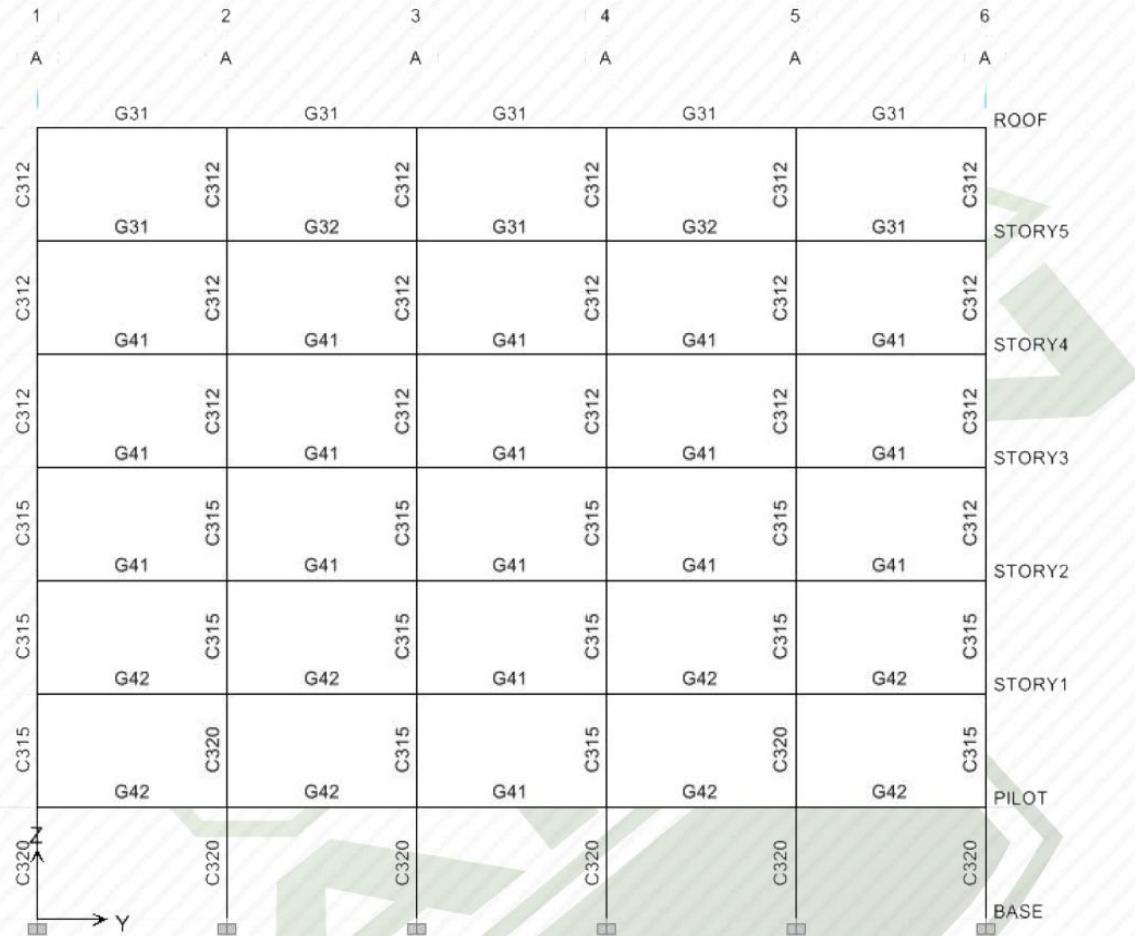
نتائج طراحی اعضا روی محور ۶
(دیوارهای سنتی)



نتائج طراحی اعضا روی محور ۶
(دیوارهای XPS)

1	2	3	4	5	6	
A	A	A	A	A	A	
C415	C415	C415	C415	C415	C415	ROOF
G41	G41	G41	G41	G41	G41	
C420	C415	C415	C415	C415	C415	STORY5
G52	G52	G52	G52	G52	G52	STORY4
C420	C415	C415	C415	C415	C415	STORY3
G52	G52	G52	G52	G52	G52	STORY2
C420	C415	C415	C415	C415	C415	STORY1
G52	G52	G52	G52	G52	G52	PILOT
C415	C415	C415	C415	C415	C415	BASE

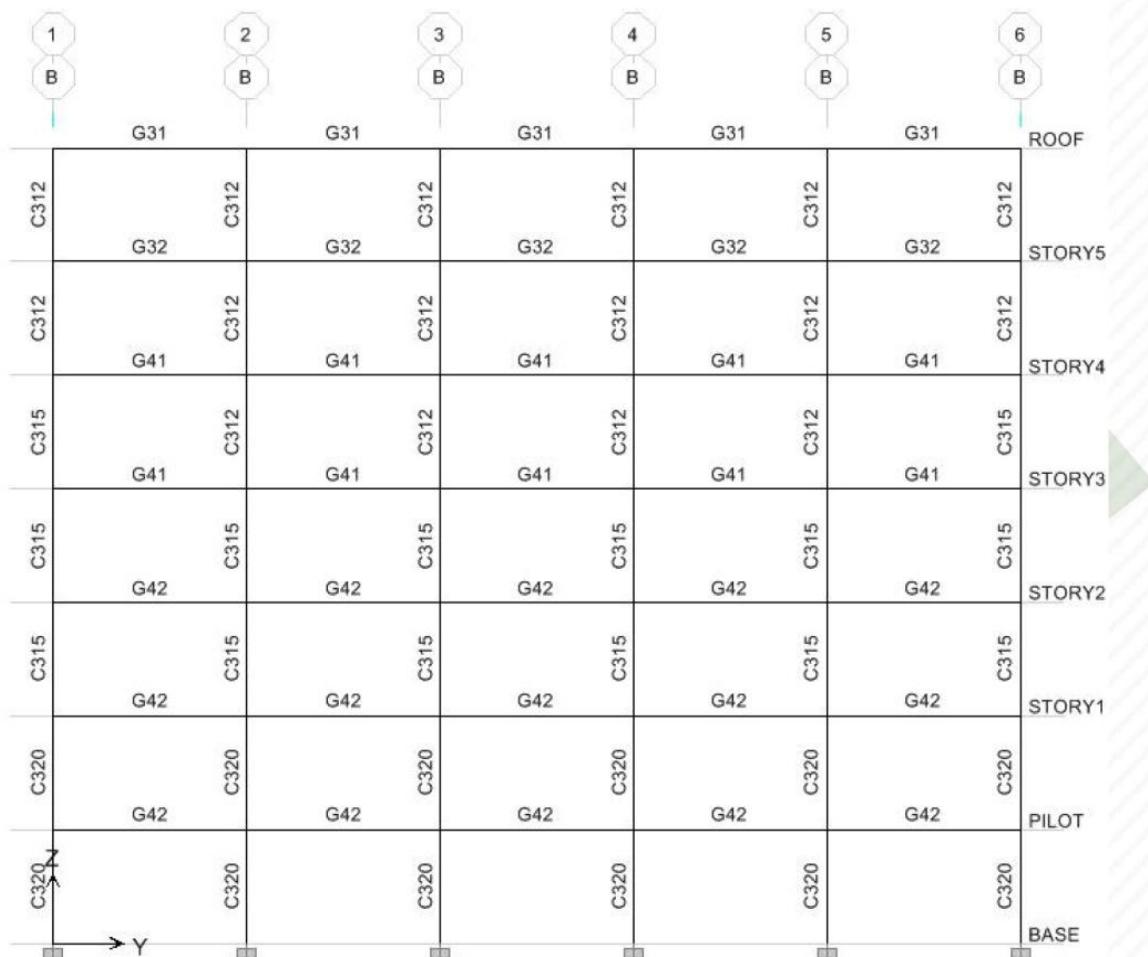
نتایج طراحی اعضا روی محور A
(دیوارهای سنتی)



نتایج طراحی اعضا روی محور
(XPS دیوارهای)

	1 B	2 B	3 B	4 B	5 B	6 B	ROOF
C420	G41	G41	G41	G41	G41	G41	STORY5
C420	C420	C420	C420	C420	C420	C420	STORY4
C420	G52	G52	G51	G42	G42	G42	STORY3
C420	C420	C420	C415	C315	C315	G42	STORY2
C420	G52	G52	G51	G42	G42	G42	STORY1
C420	C420	C420	C420	C420	C420	C420	PILOT
C420	G52	G52	G52	G52	G52	G52	BASE

نتایج طراحی اعضا روی محور B
(دیوارهای سنتی)

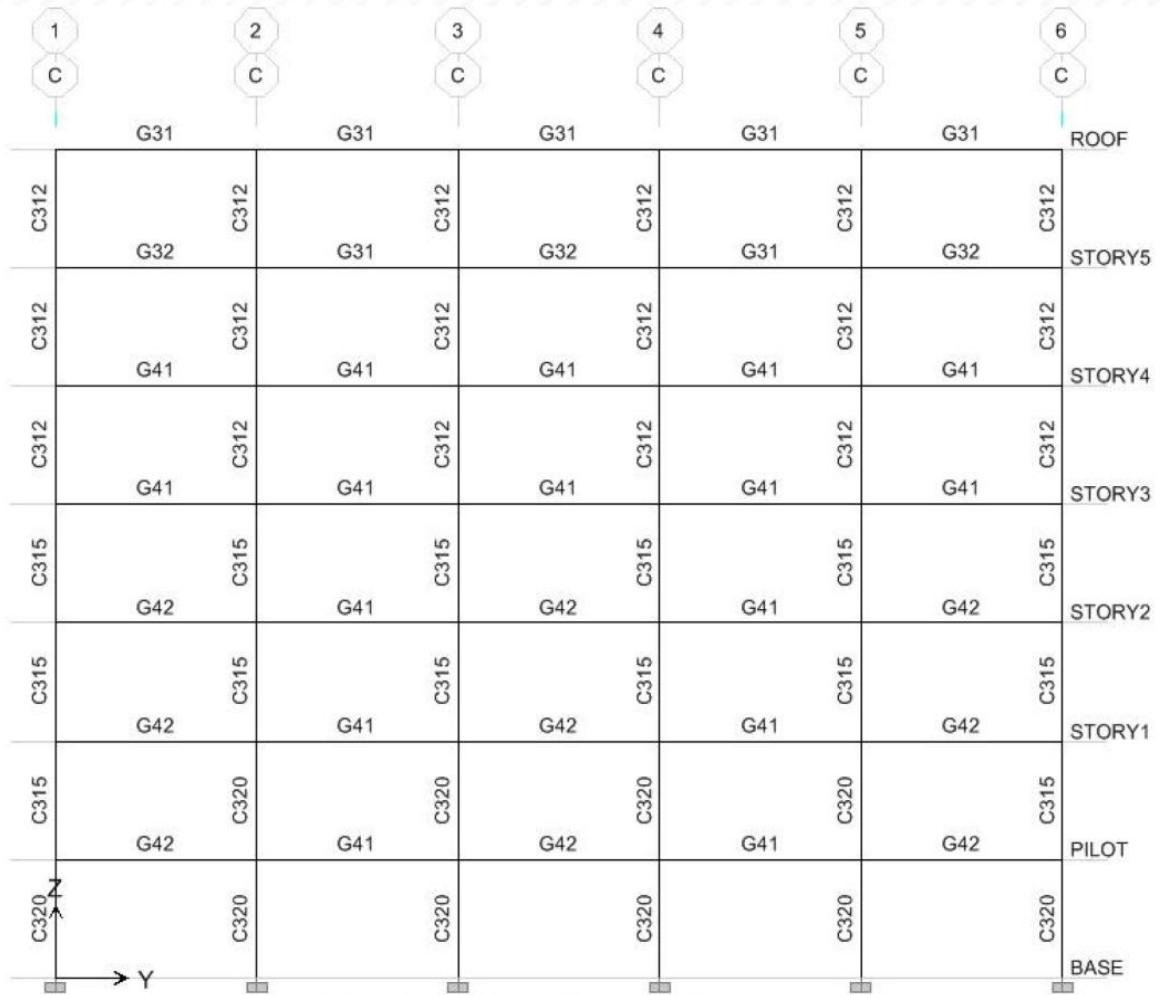


نتایج طراحی اعضا روی محور B
(دیوارهای XPS)

C415	C415	C415	C415	C415	C315	C315	C315	C315	C315	C315	ROOF
G420	C420	C420	C415	C315	G42	G42	G42	G42	G42	G42	STORY5
					G43	G42	G42	G42	G42	G42	STORY4
					G52	G51	G52	G52	G51	G43	STORY3
					G52	G51	G52	G52	G51	G52	STORY2
					G52	G52	G52	G52	G52	G52	STORY1
					C420	C420	C420	C420	C420	C420	PILOT
											BASE

نتایج طراحی اعضا روی محور C

(دیوارهای سنتی)



نتایج طراحی اعضا روی محور C
(دیوارهای XPS)

مقایسه وزن کل سازه در دو حالت دیوارهای سنتی و دیوارهای XPS

برآورد وزن کل آهن آلات مصرفی سازه در حالت استفاده از دیوارهای سنتی	
شرح	وزن (تن)
ستون	90
تیرهای اصلی	95
تیرهای فرعی	55
جمع کل	240

وزن آهن آلات مصرفی برای هر مترمربع = $240000 / 2520 = 95$ کیلوگرم

برآورد وزن کل آهن آلات مصرفی سازه در حالت استفاده از دیوارهای XPS	
شرح	وزن (تن)
ستون	65
تیرهای اصلی	70
تیرهای فرعی	47
جمع کل	182

وزن آهن آلات مصرفی برای هر مترمربع = $190000 / 2520 = 75$ کیلوگرم

همانطور که مشاهده می شود وزن آهن آلات مصرفی در هر متر مربع در حالت استفاده از دیوارهای XPS ۲۰ کیلوگرم کمتر از حالت استفاده از دیوارهای سنتی می باشد که مقدار قابل توجهی است و هزینه اسکلت را به میزان قابل توجهی کاهش می دهد.