



CONSTRUCTION COMMERCIALE DE FAIBLE HAUTEUR EN BOIS

UN GUIDE POUR LES ARCHITECTES ET LES INGÉNIEURS

Qui nous sommes

À propos du conseil Canadien du Bois

Fondé en 1959, le Conseil canadien du bois (CCB) est la voix unificatrice du Canada pour l'industrie des produits du bois. En tant que fédération nationale d'associations, nos 13 membres représentent des centaines de fabricants à travers le pays.

Depuis plus de 60 ans, nous soutenons nos membres en faisant croître la demande pour les produits du bois sur le marché et en défendant le leadership responsable en privilégiant l'excellence dans les codes, les normes, les règlements et l'éducation. Nous fournissons également des connaissances techniques aux acteurs du secteur de la construction à travers notre initiative phare Wood WORKS!

Wood WORKS! - Cecobois

Wood WORKS! est une initiative nationale du CCB qui prône l'adoption du bois dans l'industrie du bâtiment et de la construction. Avec le but de transformer le marché et de promouvoir des environnements bâtis holistiques, cette initiative dirigée par l'industrie favorise l'intégration des systèmes innovants et la sensibilisation stratégique du marché. Elle soutient l'industrie en fournissant de la formation, un soutien technique direct, et des opportunités de réseautage, ainsi qu'en promouvant les meilleures pratiques et en menant des recherches.

Notre engagement envers le développement durable

Au Conseil canadien du bois, nous reconnaissons que le bois est le seul matériau renouvelable dans le secteur de la construction. Nous avons l'obligation et le privilège de travailler avec nos partenaires afin de conserver nos forêts boréales et d'identifier des pratiques régénératives de gestion des ressources, tout en continuant à fournir des produits essentiels et de qualité. Nous nous engageons également à réduire nos émissions grâce à une gestion consciencieuse de la chaîne logistique.

Le CCB est prêt à répondre à vos questions

Nous offrons un soutien à travers le Canada pour répondre à vos questions sur l'utilisation du bois de charpente dans vos conceptions.

Communiquez avec nous par courriel à helpdesk@cbc.ca ou par téléphone au (613) 747-5544 pour avoir des informations sur votre section régionale et votre représentant régional du programme Wood WORKS! - Cecobois

Conseil canadien du bois
99, rue Bank, Unité 400
Ottawa, Ontario, Canada
K1P 6B9

Le Conseil canadien du bois reconnaît que notre siège social à Ottawa est situé sur le territoire traditionnel non cédé du peuple algonquin Anishinabe. Nous tenons à honorer les peuples et les terres de la Nation algonquine Anishinabe et tous les peuples des Premières Nations, des Inuits et des Métis.



Merci

Nous remercions sincèrement nos commanditaires pour leur soutien continu de nos programmes et initiatives. La publication de ce document, *Construction commerciale de faible hauteur en bois - Un guide pour les architectes et les ingénieurs*, a été rendue possible grâce au soutien financier des partenaires et bailleurs de fonds suivants :



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada



StructureCraft



KALESNIKOFF
TIMBER INSPIRES

Western Archrib
Structural Wood Systems

CertainTeed
SAINT-GOBAIN



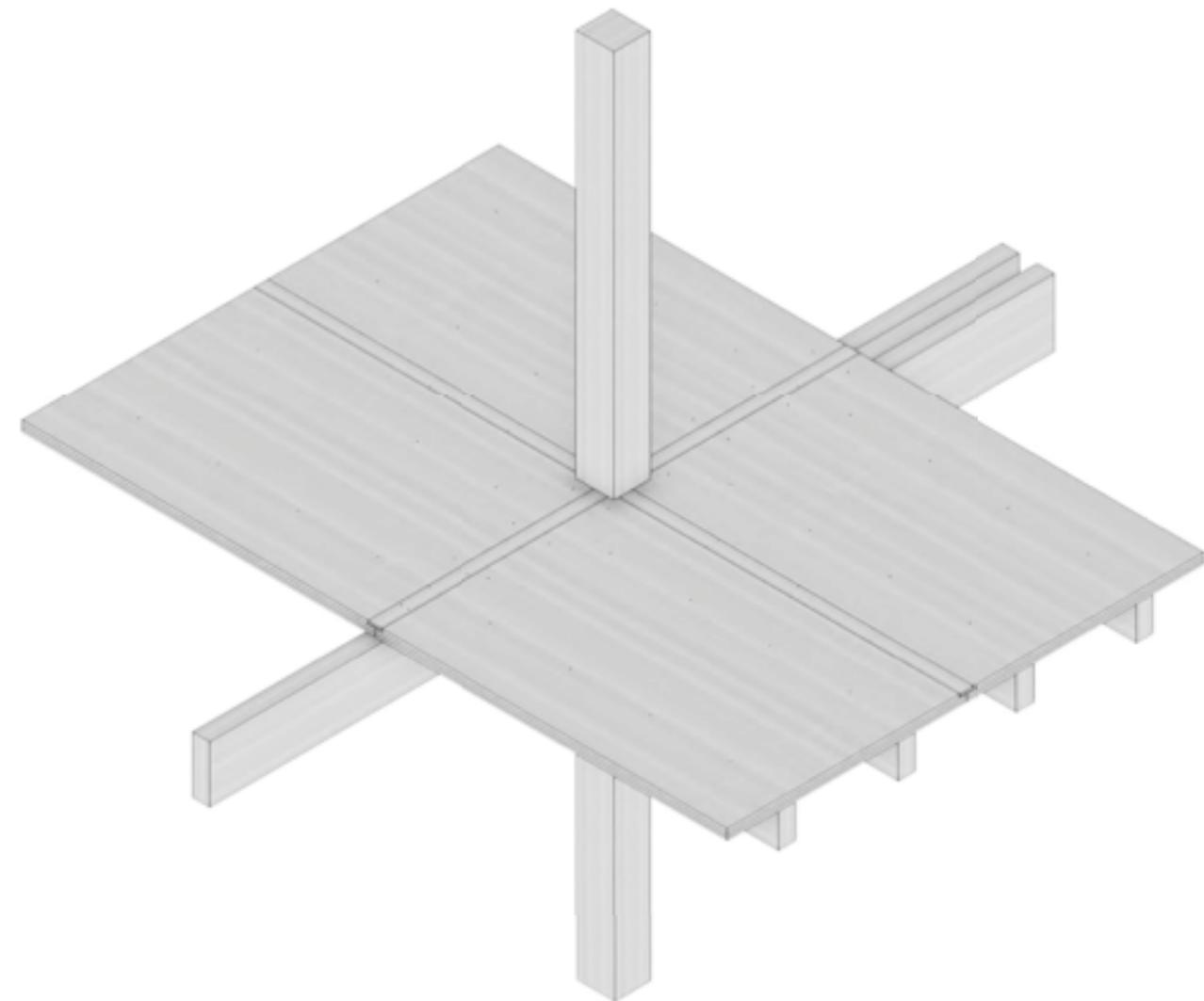
Weyerhaeuser
The future is growing™

STRUCTURLAM
MASS TIMBER CORPORATION
Intelligence In Wood

Crédit photo couverture: Michael Wach Architectural Photography

CONSTRUCTION COMMERCIALE DE FAIBLE HAUTEUR EN BOIS

Un guide pour les architectes et les ingénieurs



Remerciements

Le CCB souhaite remercier son bailleur de fonds, Ressources naturelles Canada; les plus de 70 personnes qui ont travaillé de concert afin d'élaborer le concept des systèmes initiaux; les quatre entreprises qui ont œuvré sans relâche pour affiner ces modèles de conception en bois; ainsi que les deux estimés professionnels du design qui ont compilé les informations et ont rendu ce projet possible, l'écrivain architectural Jim Taggart, et le coordinateur national du projet, Claude Lamothe.

Merci à tous ceux qui ont participé et qui ont partagé leur expertise afin de promouvoir une plus grande utilisation du bois dans les constructions commerciales de faible hauteur.

Responsabilité du lecteur

Les solutions de conception présentées dans ce document ont été initialement élaborées par l'équipe multidisciplinaire et pancanadienne d'experts, dont les noms figurent à l'annexe 4.5. Ottawa a été choisie comme emplacement hypothétique pour ces bâtiments, car les conditions climatiques de cette ville sont raisonnablement moyennes en matière des variations de température, des charges de neige, et des forces sismiques et celles dues aux vents. Bien que ces solutions de conception puissent être fiables en principe, il est impératif que des professionnels expérimentés (surtout des ingénieurs en structure et des architectes) soient consultés afin de modifier et adapter ces solutions pour répondre aux conditions et aux codes du bâtiment de la région en question.

CONTENTS

AVANT-PROPOS

Andrew Bowerbank, Vice-président-
Développement des marchés, Conseil canadien du bois 6

OBJECTIF ET PROCESSUS

Claude Lamothe, Ing., Coordonnateur national de projet 7

1.0 INTRODUCTION

Les possibilités du marché 8

Les avantages de la construction en bois 9

Comment et pourquoi ce guide a été élaboré 9

Détails structuraux 11

Coûts 11

Constructions commerciales de faible hauteur :
histoires de réussites 11

Introduction aux six modèles de conception
présentés dans ce guide 11

2.0 OPTIONS D'OSSATURE LÉGÈRE EN BOIS

2.1 Unité commerciale / de vente au détail à un étage . . . 14

2.2 Grand entrepôt avec espace à bureau attenant . . . 20

2.3 Grands locaux à bureaux avec
espace d'entreposage attenant 26

3.0 OPTIONS DE CONSTRUCTION EN GROS BOIS, EN BOIS MASSIF ET HYBRIDE

3.1 Immeuble commercial / de vente au détail à un
étage avec panneaux à revêtement travaillant . . . 34

3.2 Immeuble de bureaux / vente au détail avec pannes
composites en lamellé-collé et CLT sur poutres Gerber 44

3.3 Immeuble de bureaux / vente au détail avec poutres,
pannes et planchers en CLT en couches 58

4.0 ANNEXES

4.1 Comportement au feu 71

4.2 Contrôle du bruit 72

4.3 Enveloppe du bâtiment et gestion de l'humidité . . 73

4.4 Calculs des carbonnes 76

4.5 Liste des participants aux ateliers 78

4.6 Publications CCB sur les constructions
commerciales de faible hauteur 79

Ce guide présente six modèles de conception pour les projets commerciaux de faible hauteur qui utilisent des solutions de construction à ossature légère en bois, de construction en gros bois d'œuvre, en bois massif et hybride, toutes conçues afin de renforcer les compétences et la confiance dans l'utilisation du bois dans ce secteur du marché de la construction jusqu'alors inexploité.

AVANT-PROPOS

Les produits en bois de charpente offrent des solutions viables et innovantes pour les bâtiments commerciaux de faible hauteur. Les avantages de la construction en bois sont importants et considérables. Ceux-ci comprennent une réduction de l'empreinte carbone, une construction accélérée et une performance améliorée du bâtiment. Au cours des dernières années, les professionnels de la construction et de la conception ont clairement adopté le bois massif et les systèmes de bois technologiquement avancés comme de nouveaux paradigmes, et nous avons également constaté une sensibilisation accrue du marché et une acceptation croissante de ces produits.

L'équipe nationale d'experts qui a produit ce guide a élaboré un total de six modèles de conception pour des projets commerciaux de faible hauteur destinés spécifiquement au marché canadien. Les exemples comprennent des solutions de construction à ossature légère en bois, de construction en gros bois d'œuvre, en bois massif et hybride, toutes conçues pour renforcer les compétences et la confiance dans l'utilisation du bois dans ce secteur du marché de la construction jusqu'alors inexploité.

Ce guide instructif est accompagné d'un programme éducatif et par une assistance technique directe (en anglais et en français). Cette initiative, coordonnée à l'échelle nationale, est le résultat d'une collaboration sectorielle qui a débuté en 2017 dans le cadre d'un plan stratégique visant à développer de nouvelles possibilités de marché pour l'industrie canadienne du bois de charpente.

Le guide présente les détails de chaque modèle de conception afin d'assurer le succès du projet. Chaque conception a été soigneusement examinée par l'équipe d'experts dont le but était de faciliter la conception et la construction de bâtiments commerciaux de faible hauteur en bois et de construction hybride.

Nous espérons que ce guide, conçu pour vous informer et vous inspirer, fera avancer l'utilisation du bois dans les constructions commerciales de faible hauteur, tout en offrant des solutions de construction respectueuses du climat pour le futur cadre bâti. Le Conseil canadien du bois (CCB) s'engage à promouvoir l'amélioration des compétences dans l'utilisation du bois par le transfert de connaissances aux professionnels de la construction et de la conception. Il nous fait donc un grand plaisir de publier ce guide-ressource.

Avec mes salutations,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Andrew Bowerbank', with a stylized flourish at the end.

Andrew Bowerbank, Vice-président –
Développement des marchés, Conseil canadien du bois

OBJECTIFS ET PROCESSUS

En 2014, j'aidais le CCB à mener une étude de marché qui visait à identifier les facteurs en jeu lors de la sélection des matériaux de structure pour les projets commerciaux. J'ai eu une conversation particulièrement révélatrice avec le président d'une entreprise de construction de taille moyenne impliquée dans environ 50 projets de conception-construction par année. Après quelques questions préliminaires, j'ai posé la plus importante : « Quels sont les facteurs que vous considérez lors du choix des matériaux de structure ? » Après un moment d'hésitation, le président m'a regardé et m'a répondu: « Eh bien, on ne se pose pas vraiment cette question, car on construit toujours en acier ! »

Cette anecdote démontre l'objectif principal de ce guide, soit de fournir des exemples solides de systèmes structuraux en bois qui peuvent être appliqués à une multitude de projets commerciaux. Les six modèles de conception présentés dans ce guide ont été élaborés dans le cadre d'un processus d'atelier multidisciplinaire en deux étapes; la première étape consistait en une série de trois ateliers régionaux avec des participants de l'ouest, du centre et de l'est du Canada. La deuxième étape consistait en un atelier national où l'on a examiné et affiné les idées et les solutions de conception élaborées au niveau régional. Une description plus détaillée du processus et de l'objectif de cet écrit se trouve dans l'introduction qui suit. Une liste complète des participants aux ateliers se trouve à l'annexe 4.5.

À la suite de l'atelier national et de la sélection finale des six modèles de conception à inclure dans ce guide, deux sociétés d'ingénierie spécialisées en structures et deux cabinets d'architectes ont été retenus afin de documenter les options de construction à ossature légère en bois, de construction en gros bois d'œuvre, en bois massif et hybride. Ces entreprises sont :

*Systèmes à ossature légère en bois (architecte) : ASK*for a Better World*

ASK* for a Better World travaille auprès de clients qui mettent leurs valeurs au centre de leurs œuvres. Ils facilitent les projets et fournissent une vision et un leadership basés sur la confiance afin de faire évoluer l'architecture et la conception vers de plus grandes aspirations, dont la neutralité carbone, une énergie nette zéro ou positive, et des bâtiments régénératifs.

Systèmes à ossature légère en bois (ingénierie – structure) :

L2C EXPERTS-CONSEILS

L2C EXPERTS-CONSEILS possède une solide expertise en structures (structures en bois, en béton et en acier), et dans la gestion de conception intégrée. Leur expertise est variée et regroupe les secteurs institutionnels, commerciaux, industriels et résidentiels. Ils prennent en charge la conception des plans et devis, l'estimation des coûts des travaux, la gestion des appels d'offres, et le suivi des travaux pour les constructions neuves, les agrandissements, les réhabilitations ou les changements d'usage de bâtiments.

Systèmes en gros bois d'œuvre, en bois massif et hybrides (architecte) :

AKA Architecture + Design Inc.

AKA Architecture + Design Inc. s'engage à un processus réfléchi de création d'architecture qui répond à chaque ensemble unique de défis, de responsabilités et de possibilités. Le travail d'AKA aborde la nouvelle échelle urbaine du design, qui implique de créer un véritable sens du lieu où les bâtiments rencontrent la nature et interpellent les gens, la communauté et l'environnement. L'utilisation du bois est particulièrement importante pour AKA, car il s'agit à la fois d'un matériau durable et d'un contributeur historiquement important à l'économie locale et à la culture locale de Squamish, en Colombie-Britannique, où l'entreprise est située.

Systèmes en gros bois d'œuvre, en bois massif et hybrides (ingénierie – structure) :

Fast + Epp

Fast + Epp est un cabinet d'ingénierie en structures de renommée internationale qui est à l'avant-garde des connaissances en ce qui touche à tous les matériaux de construction, et particulièrement la conception avec le bois. Ayant réalisé plus de 10 millions de pieds carrés de bâtiments hybrides et en bois massif à travers le monde sur plus de trois décennies, une approche « réflexion nouvelle » a valu à Fast + Epp une réputation de leader mondial dans la conception hybride et en bois.

Je tiens à souligner la vision et le leadership dont le Conseil canadien du bois a fait preuve en lançant ce projet, ainsi que l'engagement du bailleur de fonds, Ressources naturelles Canada, et à remercier les professionnels du design et les équipes de projet qui ont tous rendu possible la publication de ce guide-ressource. Je souhaite également souligner le talent et la vision de Jim Taggart, écrivain architectural, et le remercier d'avoir relevé le défi de rédiger ce guide. Jim, vous avez non seulement contribué à la réalisation de ce livre, mais également à élargir les possibilités pour le bois dans la conception et la construction de bâtiments commerciaux de faible hauteur.

Bonne lecture!



Claude Lamothe, Ing., Coordonnateur national de projet

La construction et l'exploitation des bâtiments étant responsables de près de 40 % des émissions de gaz à effet de serre du Canada, le carbone intrinsèque dans les matériaux de construction devient rapidement un enjeu important à considérer. Le bois peut jouer un rôle déterminant dans la résolution de ce problème.

1.0 INTRODUCTION

À travers le pays, le secteur de la construction non résidentielle de faible hauteur représente une opportunité importante pour développer la construction à ossature légère en bois, en gros bois d'œuvre, en bois massif et la construction hybride. Le marché commercial de faible hauteur au Canada englobe les immeubles de bureaux, les magasins, les restaurants, les banques, les entrepôts, et autres immeubles de 1 à 3 étages. Sur les 10 types de bâtiments de ce secteur, les commerces de vente au détail, les bureaux et les entrepôts d'industrie légère représentent près de 75 % de la superficie totale construite annuellement.

Les recherches démontrent qu'à l'heure actuelle, seule une petite quantité de produits de bois de charpente est utilisée sur le marché de la construction d'immeubles de bureaux et de commerces de détail en Amérique du Nord. En 2019, Statistique Canada a indiqué que la valeur des permis de construction délivrés pour la construction commerciale était de 23,4 milliards de dollars, soit 57 % de la valeur de tous les permis de

construction non résidentielle délivrés. Le reste du marché est composé de permis de construction industrielle totalisant 7,9 milliards de dollars (20 %) et de permis de construction institutionnelle et gouvernementale d'un total de 9,3 milliards de dollars (23 %). La part de marché du bois dans les segments qui composent le marché de la construction commerciale varie, mais est généralement faible (consulter les figures 1.1 et 1.2).

Parmi les facteurs qui influencent actuellement les tendances du secteur figure la migration croissante des consommateurs des magasins « physiques » vers le magasinage en ligne. Conjugué aux effets de la densification urbaine, cela oblige les détaillants à réévaluer leur position sur le marché. Une autre considération pour les propriétaires de commerces de détail et de bureaux est le défi d'attirer et de retenir leur personnel dans un marché concurrentiel. Le bois, un matériau naturel doté d'une chaleur visuelle inhérente, peut jouer un rôle important dans l'amélioration de la qualité des environnements de travail et du bien-être des employés.

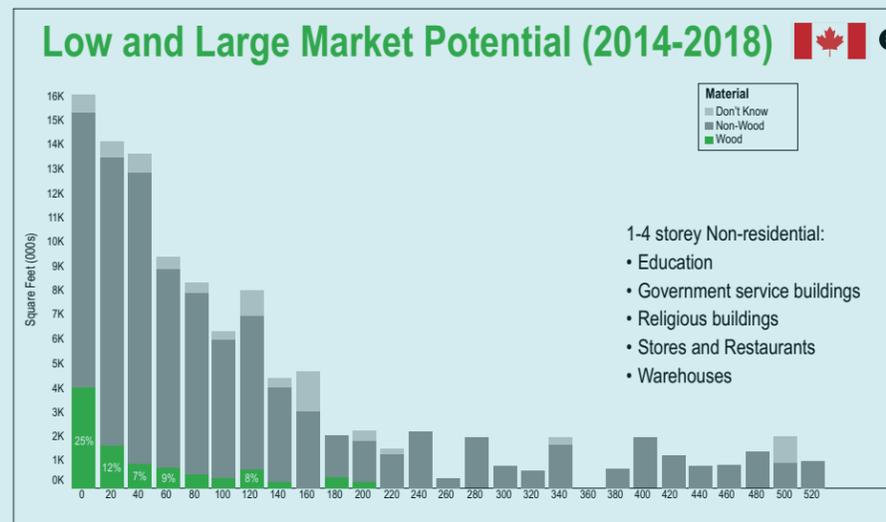
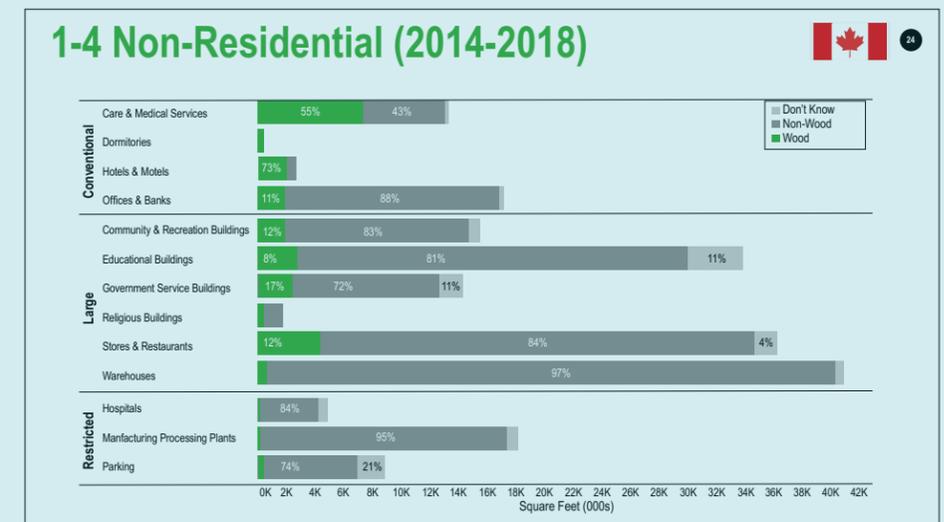


Figure 1.1



Source: CMD 2018; FPI Est 2019

Figure 1.2

Les avantages de la construction en bois

La construction et l'exploitation des bâtiments étant responsables de près de 40 % des émissions de gaz à effet de serre du Canada, le carbone intrinsèque dans les matériaux de construction devient rapidement un enjeu important à considérer. À titre d'exemple, dans le cadre de son processus d'autorisation pour les nouveaux développements, la ville de Vancouver exigera bientôt des déclarations portant sur le carbone intrinsèque.

La science confirme que le bois récolté dans des forêts gérées de façon durable n'est pas seulement un matériau de construction à faible émission de carbone, mais offre aussi de nombreux autres avantages écologiques et économiques.

- Les arbres en croissance captent et stockent le carbone de l'atmosphère. Lorsque le bois est récolté et transformé en bâtiments et autres produits durables, le carbone y reste piégé tout au long de leur durée de vie. Le reboisement permet de recommencer ce processus de captage et de stockage de carbone.
- L'énergie requise pour récolter le bois et le transformer en éléments de construction est inférieure à celle requise pour fabriquer les autres principaux matériaux de construction.
- Par conséquent, les impacts du cycle de vie du bois récolté dans les forêts gérées de façon durable sont inférieurs à ceux des autres principaux matériaux de construction. Lorsque le bois peut être utilisé comme substitut à ces matériaux, ces avantages sont augmentés.

- Au bout du compte, la construction en bois peut contribuer positivement à l'atténuation des changements climatiques, comme cela avait été noté dès 2007 par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (quatrième rapport d'évaluation du GIEC 2007).
- Le bois peut également contribuer aux économies dans l'énergie d'exploitation en raison de sa résistance thermique relativement élevée. Les structures en bois réduisent les ponts thermiques, et le transfert de chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment qui en résulte, réduisant ainsi la demande énergétique pour le chauffage et la climatisation.
- La construction en bois peut offrir des économies de temps et de coûts par rapport à d'autres formes de construction. Cet avantage est amplifié lorsqu'on fait recours à la construction hors site, où l'environnement contrôlé, la réduction des déchets et une efficacité accrue entraînent des délais de construction plus courts et des coûts moins élevés (Remarque: les systèmes structuraux identifiés dans ce guide conviennent à la préfabrication en usine.)
- Ces avantages peuvent être encore bonifiés en utilisant des matériaux de bois d'ingénierie avancés et des technologies de fabrication sophistiquées. Ensemble, ces matériaux et procédés remodelent la façon dont les bâtiments sont planifiés, conçus et construits.
- La biophilie (l'affinité inhérente des humains pour les matériaux et les systèmes naturels) nous enseigne que l'utilisation du bois peut également être bénéfique pour la santé et le bien-être des occupants d'un bâtiment en raison de ses caractéristiques non toxiques, et grâce au peu de finition qu'il requiert et à sa capacité à contrôler l'humidité. (Wood, Well-being and Performance: The Human and Organizational Benefits of Wood Buildings – Graham Lowe, avril 2020 pour FII)

- Le bois peut également fournir une résistance au feu des structures lorsqu'on utilise de grandes sections transversales. Ces éléments doivent être surdimensionnés par rapport aux charges qu'ils supportent. Environ 40 mm d'épaisseur supplémentaire sur chaque face exposée peuvent fournir une heure de résistance au feu.

Comment et pourquoi ce guide a été élaboré

Au Canada, nous avons la chance d'avoir des ingénieurs en structure et des architectes qui, en raison des nombreux avantages mentionnés plus haut, se font un plaisir de travailler avec le bois chaque fois qu'ils le peuvent. Bien que plusieurs d'entre eux soient à l'aise d'utiliser le bois dans des applications traditionnelles et dans des bâtiments de taille relativement petite, tous n'ont pas l'expérience requise pour travailler avec le bois (qu'il s'agisse de systèmes traditionnels à ossature légère en bois, en gros bois d'œuvre, ou de nouveaux systèmes en bois massif d'ingénierie) dans le cas d'applications non traditionnelles pour de plus grandes constructions.

Dans ce contexte, le but principal de ce guide est de démontrer comment une variété de systèmes de structure en bois peut être utilisée avec succès pour une gamme de types de bâtiments de grande taille et de faible hauteur qui sont plus généralement construits en acier. Nous croyons que le fait de fournir de bons exemples de systèmes de structure en bois pour des applications non traditionnelles peut être un outil puissant pour encourager les promoteurs, les constructeurs, les architectes et les ingénieurs à utiliser le bois comme principal matériau de structure dans ces types de bâtiments.

Une fois l'objectif du guide établi, l'étape suivante consistait à trouver un moyen de mobiliser et faire participer des intervenants de l'industrie de partout au pays afin de mieux comprendre les défis et les possibilités que le projet pourrait présenter.

Trois ateliers régionaux avaient été organisés avec des intervenants clés de l'industrie canadienne, notamment des promoteurs, des fabricants, des architectes, des ingénieurs et des constructeurs. La plupart des participants avaient été sélectionnés en raison de leur expérience avec le bois comme matériau de construction, mais d'autres, qui travaillent principalement avec l'acier et le béton, avaient délibérément été choisis afin qu'ils partagent leurs points de vue.

Les ateliers régionaux ont permis de travailler avec de plus petits groupes, d'obtenir des commentaires reflétant la diversité de l'industrie canadienne de la construction, et de s'assurer que les solutions structurales proposées seraient universellement applicables. Les ateliers ont eu lieu à Vancouver, à Toronto et à Québec en janvier 2019, et environ 25 professionnels de l'industrie ont participé à chaque événement.

Les participants des ateliers avaient comme objectif de développer entre deux et quatre systèmes structuraux qui pourraient concurrencer directement l'acier en matière d'efficacité, de durabilité, de constructibilité et des coûts. Chaque système devait inclure la disposition du bâtiment, les dimensions préliminaires de la trame structurale, et les éléments principaux, ainsi que suffisamment de détails afin d'assurer une bonne compréhension de la solution proposée. Tous les bâtiments ont été conçus pour les charges de vent, de séisme et de neige subies à Ottawa, ces conditions étant considérées comme des moyennes représentatives pour le Canada.

TABLEAU 1 COÛTS DES PROJETS À OSSATURE LÉGÈRE EN BOIS

Éléments	Inclus
Dessins d'atelier et fourniture des fermes de toit préfabriquées, indiquées sur les plans, incluant les contreventements structuraux.	Oui
Dessins d'atelier et fourniture des solives de plancher ajourées ou des solives en I, indiquées sur les plans, incluant les entretoises lorsque requises.	Oui
Dessins d'atelier et fourniture de tous les panneaux de murs ouverts préfabriqués extérieurs et porteurs indiqués sur les plans	Oui
Fourniture de tous les linteaux, poutres et poteaux (incluant les poteaux en acier) indiqués sur les plans.	Oui
Fourniture de tous les revêtements structuraux requis pour les toitures, les planchers et les murs extérieurs et porteurs.	Oui
Installation de tous les éléments structuraux ci-dessus mentionnés et des connecteurs non encastrés dans le béton, indiqués sur les plans.	Oui
Honoraires des professionnels (architecture, ingénierie, planification, etc.)	Non
Allocations pour frais divers (préparation du site, frais généraux de l'entrepreneur général, etc.)	Non
Fondations, chape de béton et connecteurs encastrés dans le béton.	Non

TABLEAU 2 COÛTS DES PROJETS EN GROS BOIS D'ŒUVRE, EN BOIS MASSIF ET HYBRIDES

Éléments	Inclus
Dessins d'atelier, fabrication et livraison de tous les connecteurs non encastrés dans le béton pour les éléments en gros bois d'œuvre, en bois massif et en bois composite indiqués sur les plans.	Oui
Dessins d'atelier, fabrication et livraison de tous les connecteurs non encastrés dans le béton pour les éléments de gros bois, de bois massif et de bois composite présentés sur les plans.	Oui
Dessins d'atelier, fabrication et livraison de tous les poteaux d'acier indiqués sur les plans.	Oui
Dessins d'atelier et fourniture de tous les panneaux de murs ouverts préfabriqués extérieurs et porteurs indiqués sur les plans.	Oui
Fourniture de tous les revêtements structuraux requis pour les toitures, les planchers et les murs extérieurs et porteurs.	Oui
Installation de tous les éléments structuraux ci-dessus mentionnés et des connecteurs non encastrés dans le béton, indiqués sur les plans.	Oui
Honoraires des professionnels (architecture, ingénierie, planification, etc.)	Non
Allocations pour frais divers (préparation du site, frais généraux de l'entrepreneur général, etc.)	Non
Fondations, chape de béton et connecteurs encastrés dans le béton.	Non

Afin de fournir aux participants une compréhension de base des paramètres de conception des constructions commerciales de faible hauteur, les ateliers ont débuté par deux présentations: la première de Marc Alam du Conseil canadien du bois (Fire Safety Considerations for Low-rise Commercial Wood Buildings); la deuxième de Frank Cicinelli de Smart Centres (*Low-rise Commercial Steel Buildings – Structural Layout and Costing*).

Les participants aux ateliers ont été divisés en deux groupes, l'un qui se pencherait sur la question des systèmes structuraux à ossature légère en bois et l'autre sur le gros bois d'œuvre, le bois massif et les systèmes structuraux hybrides. Chaque groupe a proposé une gamme de systèmes qu'ils jugeaient optimaux en matière d'applicabilité, de constructibilité et de coûts.

Afin de développer davantage ces systèmes, un atelier national s'est tenu à Toronto en mars 2019. L'objectif spécifique de cet atelier était de critiquer les différents systèmes et d'affiner les assemblages pour :

- Améliorer les performances structurales
- Faciliter la fabrication et la construction
- Améliorer la compétitivité des coûts
- Identifier les caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment qui devraient être incluses
- Fournir une orientation sur les recherches supplémentaires qui pourraient être nécessaires pour mettre pleinement en œuvre les systèmes

Pour documenter et affiner davantage les systèmes, deux équipes d'architectes et d'ingénieurs en structure avaient été retenues, l'une pour les systèmes en gros bois d'œuvre, en bois massif et hybrides; l'autre pour le système à ossature légère en bois. Les dessins du système à ossature légère en bois ont été produits par les ingénieurs en structure de l'entreprise L2C Experts Conseils en Structure, de Lévis, au Québec, et le cabinet d'architecture ASK * for a Better World d'Edmonton, en Alberta. Les dessins des systèmes en bois massif ont été produits par les ingénieurs en structure de Fast + Epp de Vancouver, en Colombie-Britannique, et le cabinet d'architecture AKA Architecture + Design de Squamish, en Colombie-Britannique. Une brève description des quatre entreprises se trouve dans l'avant-propos.

Détails structuraux

Lors de la planification de ce guide, il a été décidé d'inclure les détails structuraux les plus importants. Vous remarquerez que les détails structuraux sont généralement présentés schématiquement. À titre d'exemple, lorsque la configuration d'un assemblage en bois lamellé-collé (glulam) ou en bois lamellé-croisé (CLT) est représentée, le type de connecteur utilisé est illustré, mais l'ensemble des caractéristiques techniques est omis. Cela a été fait intentionnellement afin d'assurer que cette publication ne puisse pas être utilisée comme document d'ingénierie. Il convient également de noter que même si les détails structuraux présentés soient certainement considérés comme de bonnes pratiques, chaque fabricant a ses propres préférences et suggérera probablement d'autres détails.

Coûts

Afin de tenir compte des variations régionales qui existent à travers le Canada, et des fluctuations du marché, une fourchette des coûts est donnée pour le coût installé des systèmes structuraux. Pour les projets en gros bois d'œuvre et en bois massif, le calcul des coûts a été élaboré en sondant directement plusieurs fabricants à travers le Canada en janvier 2020. Pour les projets à ossature légère en bois, les coûts des composants structuraux (fermes de toit, murs préfabriqués, fermes de plancher et éléments structuraux en bois composite) ont été obtenus auprès de fabricants de composants de structure, et le coût de la main-d'œuvre a été obtenu auprès de sous-traitants de charpente en date de janvier 2020. Dans tous les cas, la fourchette des coûts représente le coût pour l'entrepreneur général. Aucune allocation supplémentaire n'a été incluse. Il convient également de noter que les coûts étaient basés sur les paramètres suivants :

- La charge climatique de la ville d'Ottawa a été utilisée
- Charges de neige et d'occupation selon le Code national du bâtiment du Canada (CNB)
- Catégorie d'emplacement sismique: D
- Conditions régulières de chantier

Les coûts pour les options à ossature légère en bois et pour les options en gros bois d'œuvre, en bois massif et hybrides se trouvent dans la description de chaque projet.

Constructions commerciales de faible hauteur : histoires de réussites

Au cours des 15 dernières années, l'utilisation du bois dans les bâtiments non résidentiels a considérablement augmenté au Canada. Le CCB a suivi et a su influencer plus de 1000 projets de bâtiments commerciaux, y compris des immeubles de bureaux, des magasins, des restaurants, des casernes de pompiers, des bibliothèques, des centres communautaires et de loisirs, des clubs, des gares de voyageurs, des brasseries, des entrepôts et d'autres projets de faible hauteur. Il existe un intérêt important à utiliser davantage du bois dans ces types de bâtiments. Des exemples achevés de bâtiments de la plupart de ces secteurs de marché sont inclus dans les publications du CCB énumérées à l'annexe 4.6.

Introduction aux six modèles de conception présentés dans ce guide

Au cœur de ce guide est la présentation des six systèmes structuraux élaborés par les participants aux ateliers régionaux. Les informations suivantes sont incluses pour chaque projet :

- Identification et description du projet
- Principaux avantages des systèmes proposés
- Analyse du code CNB 2015
- Vue depuis la rue
- Vues en plan et en élévation
- Dimensions des principaux composants structuraux
- Coupes transversales principales
- Vue schématique des principaux détails structuraux
- Certains détails de l'enveloppe du bâtiment
- Coût installé des systèmes structuraux proposés

Sur les six projets, trois sont des constructions à ossature légère en bois (Unité commerciale / de vente au détail à un étage; Grand entrepôt avec espace de bureau adjoignant; Grand locaux à bureaux avec espace d'entreposage adjoignant) et trois sont en gros bois d'œuvre, en bois massif ou de construction hybride (Immeuble commercial / de détail à un étage avec panneaux à revêtement travaillant; Immeuble de bureaux / vente au détail avec pannes composites en lamellé-collé et CLT sur poutres Gerber; Immeuble de bureaux / vente au détail avec poutres, pannes et planchers en CLT en couches. Certains des systèmes de bâtiments présentés sont des structures entièrement en bois, tandis que d'autres sont de nature hybride.

Les produits structuraux ont été choisis en fonction de leur performance / valeur pratique et de leur rentabilité. D'autres produits pourraient être des solutions de rechange appropriées, dépendamment de la disponibilité régionale ou des conditions du marché. La mise en page du document a été choisie afin de faciliter la lecture, la comparaison et l'interprétation des informations fournies.

2.0
Options
d'ossature
légère en bois



2.0 OPTIONS D'OSSATURE LÉGÈRE EN BOIS

Cette section présente des solutions à ossature légère en bois pour trois types de bâtiments courants pour lesquels la construction standard a pratiquement toujours été en acier. Il s'agit notamment d'une unité commerciale / de vente au détail (Établissements commerciaux, groupe E)¹ du type que l'on retrouve généralement dans les centres commerciaux linéaires à travers le pays, ainsi que deux variations de bâtiments à occupation mixte (Établissements industriels à risques faibles, groupe F3² et Établissements d'affaires, groupe D³). Dans chaque cas, la solution de rechange à ossature légère en bois présentée ici est basée sur des surfaces de plancher typiques, et les hauteurs libres et portées libres les plus couramment utilisées dans le secteur de marché concerné. La construction utilise du bois de sciage standard et des composants de bois d'ingénierie facilement disponibles, ainsi que des techniques de fabrication bien établies qui sont facilement accessibles dans la plupart des régions du Canada.

Les analyses du code du bâtiment pour chaque bâtiment sont présentées sous forme de tableau, tout comme les hypothèses de calcul relatives à la structure qui sont applicables au bâtiment. Ottawa a été choisi comme emplacement hypothétique pour toutes les études de cas, car cette ville présente des conditions moyennes en matière des variations de température, de vent et des charges de neige. Des structures plus grandes utilisant ces mêmes systèmes sont également possibles selon les dispositions du CNB, sous réserve des limites sur la hauteur et la superficie du bâtiment, des exigences de détection et d'extinction d'incendie et de la disponibilité de voies d'accès en cas d'incendie (à partir d'une, de deux ou de trois rues). Des portées plus longues peuvent nécessiter une construction hybride, telle que l'utilisation de poteaux et/ou de poutres en acier.

L'approche pratique adoptée pour la conception de ces bâtiments donne lieu à des solutions rentables qui relèvent de la compétence des entrepreneurs et des fabricants des produits du bois réputés à travers le pays. Ces solutions devraient pouvoir faire l'objet de soumissions concurrentielles sans les surcoûts associés à des technologies mal connues. De plus, comme l'industrie du bois au Canada n'est pas concentrée dans un seul endroit, ces bâtiments peuvent désormais être construits en utilisant des matériaux de source régionale et en faisant appel à de la main-d'œuvre locale, ce qui contribue au bien-être économique et social des communautés locales. Pour chaque projet, une fourchette des coûts est présentée afin de refléter les fluctuations régionales.

Pour l'enveloppe du bâtiment, deux assemblages différents pour les murs ont été considérés (voir l'annexe 4.3). Le premier est un mur traditionnel à ossature légère en bois de 2x6 et 2x8 po, ou en bois en placage stratifié (LVL) de 1¾x11-7/8 po, avec un isolant en matelas dans la cavité. De l'intérieur vers l'extérieur, cet assemblage comprend une couche de cloison sèche, un pare-vapeur, un mur à ossature légère avec isolation en fibre de verre (l'épaisseur et la valeur R varient en fonction de la profondeur des montants), des panneaux structuraux en copeaux orientés (OSB) ou en contreplaqué, une membrane pare-intempéries et un revêtement pare-pluie extérieur sur des traverses ou des lattes, au besoin. Pour la toiture, une séquence similaire est suivie, la couche isolante étant située entre les membrures inférieures des fermes, créant une toiture froide. Cette enveloppe fournit une cote de résistance thermique efficace minimale de R18 pour les murs et de R36 pour le toit (ces cotes de résistance étant basées sur les dimensions des membres indiqués sur les dessins) et est conforme aux codes énergétiques en vigueur dans la plupart des juridictions au Canada.

Le deuxième assemblage de mur utilise une isolation extérieure continue afin de minimiser les ponts thermiques et fournir un niveau plus élevé de performance énergétique globale. La structure porteuse est également construite avec la même gamme d'éléments de charpente, dont une ossature légère en bois ou en LVL, avec une couche de cloison sèche de 12,5 mm (ou, si nécessaire, de 15 mm de type X) à l'intérieur, et un panneau structural pour le revêtement extérieur. Cependant, les membranes résistantes à l'air, à la vapeur et à l'eau sont appliquées sur la face extérieure du panneau structural, suivies de 4 po (102 mm) d'isolant en polystyrène expansé (XPS). Les entremises en Z en fibre de verre supportent le revêtement extérieur, qui peut être en métal, en bois ou en tout autre matériau convenable. Le matériau isolant extérieur est porté jusqu'au niveau du parapet et se relie à l'isolant extérieur posé sur le toit. Cette combinaison sert à créer un assemblage de toiture chaude et permet d'atteindre des niveaux d'isolation plus élevés, soit un minimum de R-24 pour les murs et de R-48 pour le toit.

Comme le montrent les rendus de chaque bâtiment présenté ici, une partie du revêtement extérieur a été représentée en bois. Avec un système structural axé sur des matériaux en bois et des technologies du bois disponibles localement, il semblerait raisonnable de privilégier un bardage en bois lorsque cela soit approprié au niveau fonctionnel.



Figure 2.1



Figure 2.2



Figure 2.3

¹ L'usage Établissements commerciaux (groupe E) englobe les bâtiments qui sont utilisés, en tout ou en partie, pour l'étalage ou la vente de marchandises ou de denrées au détail.

² L'usage Établissements industriels à risques faibles (groupe F, division 3): une occupation industrielle dans laquelle la teneur en combustible ne dépasse pas 50 kg / m² ou 1 200 MJ / m² de surface de plancher.

³ L'usage Établissements d'affaires (groupe D) signifie l'occupation ou l'utilisation d'un bâtiment ou d'une partie de celui-ci pour la transaction commerciale ou la prestation ou la réception de services professionnels ou personnels.

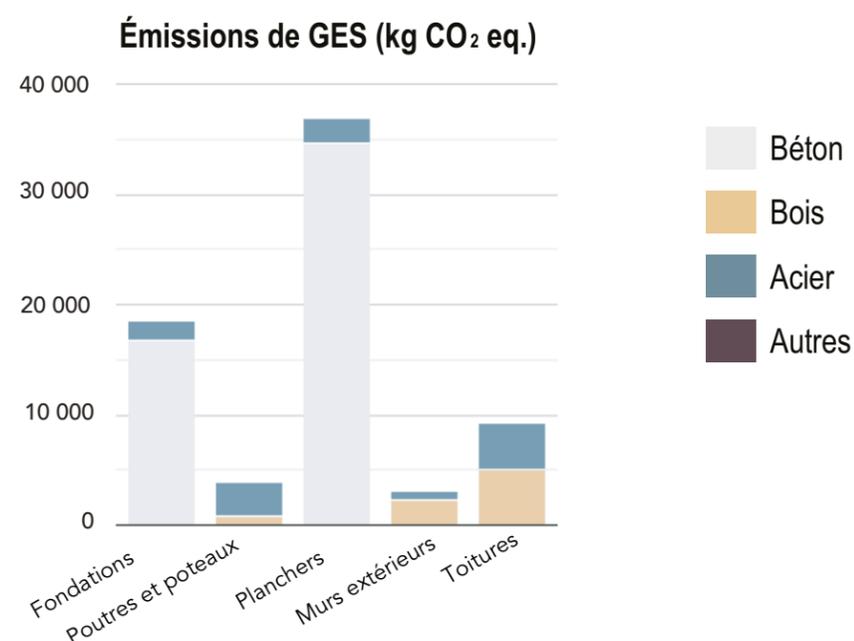
2.1 UNITÉ COMMERCIALE / DE VENTE AU DÉTAIL À UN ÉTAGE

Comme pour les autres exemples de ce guide, l'option bois pour ce type de bâtiment est axé sur la simplicité, l'économie et la possibilité de reproduire ce bâtiment dans toutes les régions du pays. Il résulte d'une collaboration entre des architectes, des ingénieurs en structure, et des entrepreneurs et promoteurs expérimentés dans les exigences de ce secteur du marché. Les matériaux et les méthodes de fabrication requis pour cette solution sont similaires à ceux utilisés partout au Canada dans la construction résidentielle, ce qui permet de tirer parti des normes et des capacités déjà bien établies dans l'industrie.

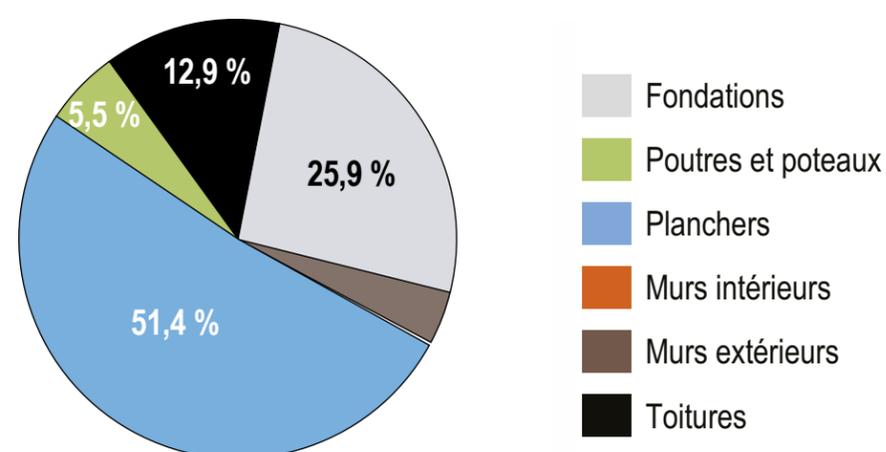
À 144 pi (43,90 m) de largeur et 64 pi (19,5 m) de profondeur, et avec une hauteur libre de 16 pi (4,88 m) de la dalle de béton à la sous-face de la structure du toit, ce bâtiment d'un étage est une réplique d'un établissement avec un usage principal du groupe D ou du groupe E (Établissements d'affaires ou Établissements commerciaux) qui est généralement construit en acier et trouvé dans d'innombrables mégacentres commerciaux à travers le pays. La trame structurale de 24x 32 pi (7,32x9,75 m) a été déterminé en consultation avec des promoteurs de ce secteur, dont le souci était de minimiser le nombre de poteaux nécessaires à l'intérieur et ainsi maximiser la flexibilité pour l'aménagement de l'espace intérieur, soit en matière de la division entre les unités adjacentes ou la relation entre l'espace boutique et arrière-boutique.

Avec une superficie de 9417 pieds carrés (875 m²), cette conception s'inscrit dans le maximum de 10 764 pieds carrés (1 000 m²) permis pour un bâtiment de construction combustible non protégé par gicleurs et faisant face à une rue. Les bâtiments similaires d'un étage et d'une superficie maximale de 16 146 pieds carrés (1 500 m²) sont autorisés lorsqu'ils ont des façades sur trois rues. Ces chiffres peuvent être doublés lorsque le bâtiment est muni de gicleurs.

Le bâtiment est de construction à ossature légère en bois, utilisant du bois de charpente et des fermes en bois de dimension, des poutres en bois en placage stratifié (LVL), des poteaux d'acier en profilé de charpente creux (HSS) et une dalle de béton au sol avec fondations sur semelles. Comme illustré ici, les fermes à ossature légère préfabriquées mesurent 4 pi et 3po (1,3 m) de profondeur et enjambent les travées de 32 pi (9,75 m), à 24 po (610 mm) d'entraxe. Le long de la ligne centrale du bâtiment, ces fermes reposent sur des fermes maîtresses à six plis à travée double de 24 pi (7,32 m) qui, elles, reposent sur les poteaux en acier HSS.



Répartition des émissions de GES



Un sommaire du calcul des GES est présenté à l'annexe 4.4

Au périmètre du bâtiment, les fermes reposent directement sur les murs extérieurs, qui comportent des montants 2x6 sur les murs arrière et latéraux et 2x8 sur le mur avant. En raison des contraintes plus élevées du diaphragme, des sablières triples ont été spécifiées afin de réduire la traction dans les entures des sablières. Un revêtement extérieur en contreplaqué ou en panneaux à copeaux orientés (OSB) est requis pour les sections des murs extérieurs arrière et latéraux qui agissent comme murs de contreventement. Ainsi, le revêtement devient partie intégrante du système de résistance aux charges latérales du bâtiment. La taille et le positionnement des ouvertures des fenêtres et des portes sur ces élévations seront déterminés en fonction de la longueur requise des murs de contreventement. Comme l'élévation avant ne nécessite aucun mur de contreventement, elle peut être entièrement vitrée. Les montants sont positionnés directement en dessous des points d'appui des fermes de toit qui sont attachées au moyen d'ancrages en acier léger afin de résister au soulèvement sous l'action du vent.

Les fermes de toit ont des membrures supérieures légèrement inclinées vers l'intérieur, auxquelles le revêtement de toiture en contreplaqué ou en OSB est directement fixé. Les pentes de drainage doivent donc être réalisées à l'aide d'une isolation à pente intégrée, inclinée vers les emplacements des poteaux intérieurs, là où des aménagements ont été prévus pour les conduites pluviales. Le plan de toiture ci-inclus indique les pentes de drainage ainsi que les zones de la toiture (ombrées sur le plan) qui nécessitent des diaphragmes de toiture à résistance plus élevée.

Comme le montrent les dessins, la façade avant du bâtiment a été conçue avec des éléments de charpente rectangulaires qui sont en saillie par rapport à la façade principale et s'étendent au-dessus du niveau du toit. L'intention de conception derrière cette stratégie est de différencier les unités de vente au détail les unes des autres et, grâce à l'utilisation d'un bardage en bois, de communiquer la nature de la construction du bâtiment.

Tel qu'illustré dans cet exemple, le bâtiment est revêtu à l'extérieur d'une combinaison de panneaux horizontaux à rainure et languette en bois de cèdre blanc brûlé, et de panneaux de fibrociment, le tout complété par des murs et portes vitrées à cadres en aluminium, et des panneaux d'allège isolés.

L'utilisation généralisée du bois réduit non seulement l'empreinte écologique de ce type de bâtiment par rapport à une solution traditionnelle en acier, mais peut également profiter aux économies locales en raison de l'utilisation accrue de la main-d'œuvre locale et des matériaux régionaux. Le coût installé de la structure pour ce projet est de l'ordre de 17 à 20 \$ le pied carré.



Project Name: Single Storey Commercial Retail Unit (CRU)	Usage: Ground floor retail & personal services
Code Classifications: Group E Mercantile, Group D Business & Personal Services	
Number of Storeys: One	Footprint: 818 m ² /8,805 ft ²
Structural System: Light wood framing (dimensional lumber), wood trusses	

PROJECT DESCRIPTION	
BUILDING SIZE: ONE STOREY	FOOTPRINT: 8,805 sq.ft. 818 m ²
FIRE RATING: 45 MIN.	MAXIMUM FOOTPRINT: UNSPRINKLEREED 1,500 m ² SPRINKLERED 3,000 m ²
ROOF LOADING AND DEFLECTION: DEAD LOAD= 0,75 kPa SNOW LOAD= 2,32 kPa SNOW LOAD DEFLECTION= 1/360 TOTAL LOAD DEFLECTION= 1/240	SLAB ON GRADE LOADING: DEAD LOAD (INCLUDING PARTITION)= 4,00 kPa LIVE LOAD= 4,80 kPa
STRUCTURAL SYSTEM DESCRIPTION:	Light wood construction, using dimensional lumber and trusses, LVL beams, steel HSS columns, concrete slab on grade with footings. Nailed shear walls – wood based panels- $R_d = 3.0$, $R_o = 1.7$ Site Class D

NBC 2015 Analysis

3.2.2.62 Group D, Up to 2 Storeys, Unsprinklered

Sprinklered (Y/N):	No
Storeys:	One
Max Building Area (m ²):	Facing 1 Street: 1,000 m ² Facing 2 Streets: 1,250 m ² Facing 3 Streets: 1,500 m ²

Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRR
Mezzanines:	45 min FRR
Roof Assemblies:	None
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRR or noncombustible const.

3.2.2.63 Group D, Up to 2 Storeys, Sprinklered

Sprinklered (Y/N):	Yes
Storeys:	One
Max Building Area (m ²):	3,000 m ²
Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRR
Mezzanines:	45 min FRR
Roof Assemblies:	None
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRR or noncombustible const.

3.2.2.68 Group E, Up to 2 Storeys, Unsprinklered

Sprinklered (Y/N):	No
Storeys:	One
Max Building Area (m ²):	Facing 1 Street: 1,000 m ² Facing 2 Streets: 1,250 m ² Facing 3 Streets: 1,500 m ²

Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRR
Mezzanines:	45 min FRR
Roof Assemblies:	None
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRR or noncombustible const.

3.2.2.69 Group E, Up to 2 Storeys, Sprinklered

Sprinklered (Y/N):	Yes
Storeys:	One
Max Building Area (m ²):	Facing 1 Street: 3,000 m ²
Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRR
Mezzanines:	45 min FRR
Roof Assemblies:	None
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRR or noncombustible const.

Sheet Number	Drawing
01	Project Description & Code Analysis
02	Ground Floor Plan
03	Roof Plan
04	Building Section
05	Framing Details

Client

Architect

Drawing

Sheet Number



Single Storey
Commercial Retail Unit

Project Description
and Code Analysis

01

Figure 2.1.1.



LEGEND	
	= BEARING WALL
	= SHEAR WALL
	= WOOD BEAM
	= COLUMN

Client

Architect

Engineer

Project

Drawing

Sheet Number

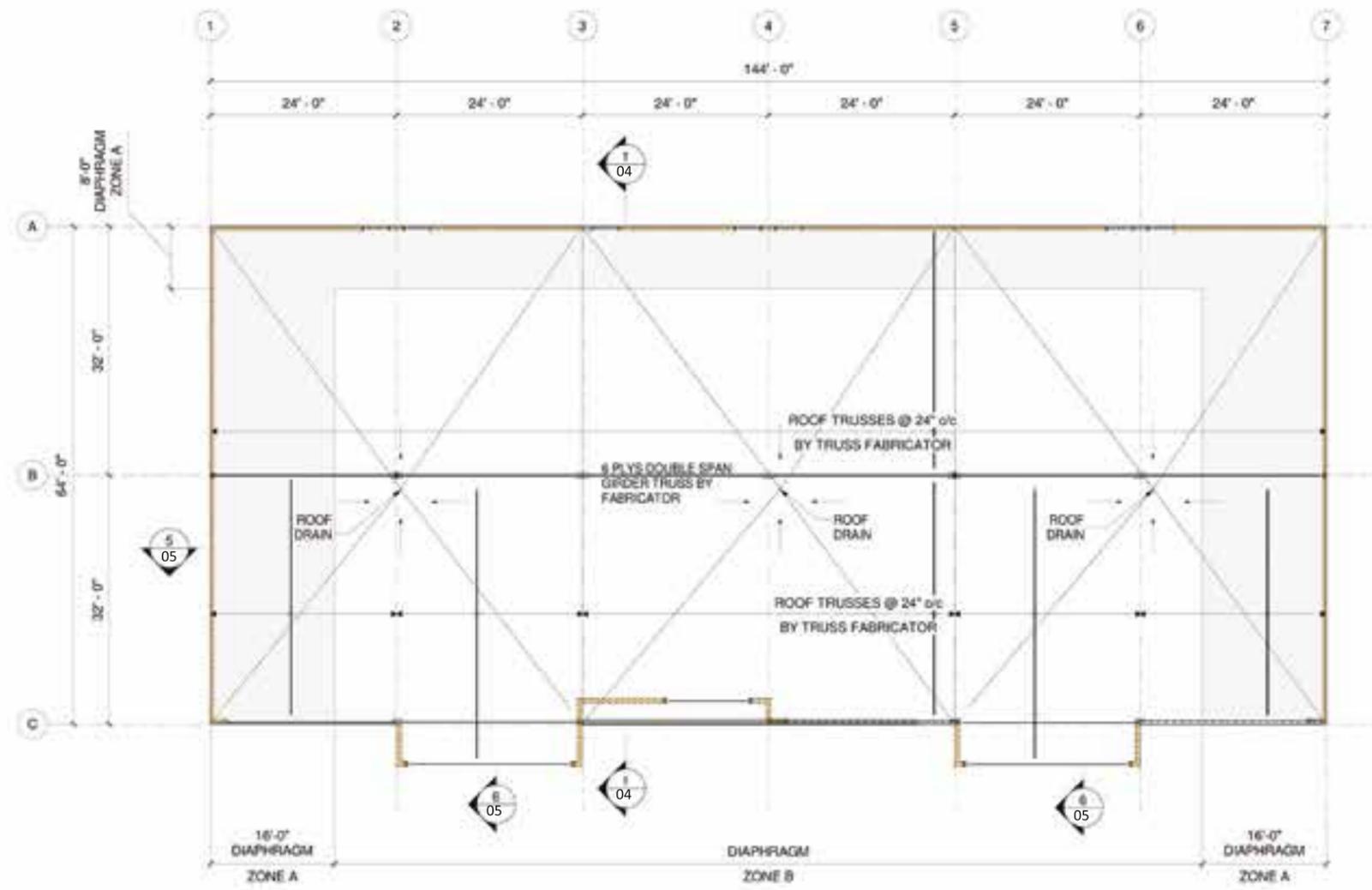


Single Storey
Commercial Retail Unit

Ground Floor Plan

02

Figure 2.1.2.



ROOF PLAN
 - TOP OF TRIPLE PLATE: 118'-0"
 - ROOF TRUSSES (24' o/c MAX.)

LEGEND	
	= BEARING WALL
	= SHEAR WALL
	= WOOD BEAM
	= COLUMN

Client

Architect

Engineer

Project

Drawing

Sheet Number

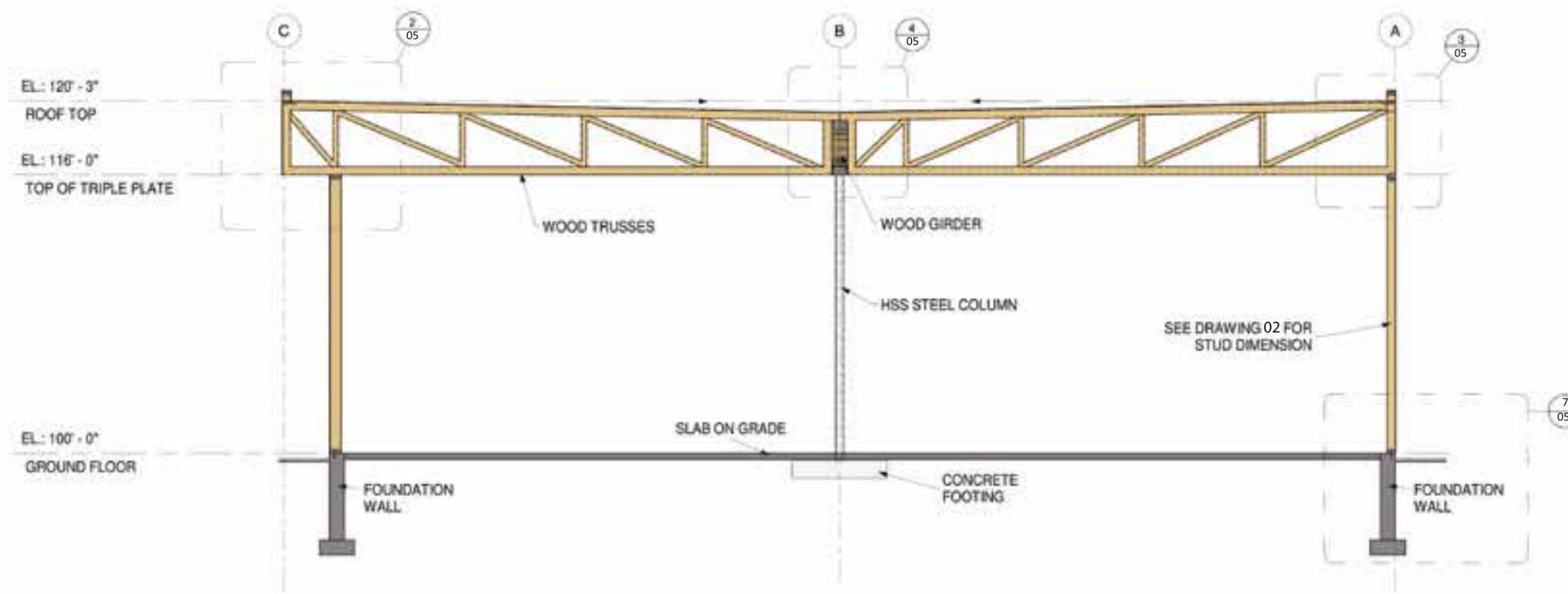


Single Storey
 Commercial Retail Unit

Roof Plan

03

Figure 2.1.1.



Transversal Building Section

Client



Architect



Engineer



Project

Single Storey
Commercial Retail Unit

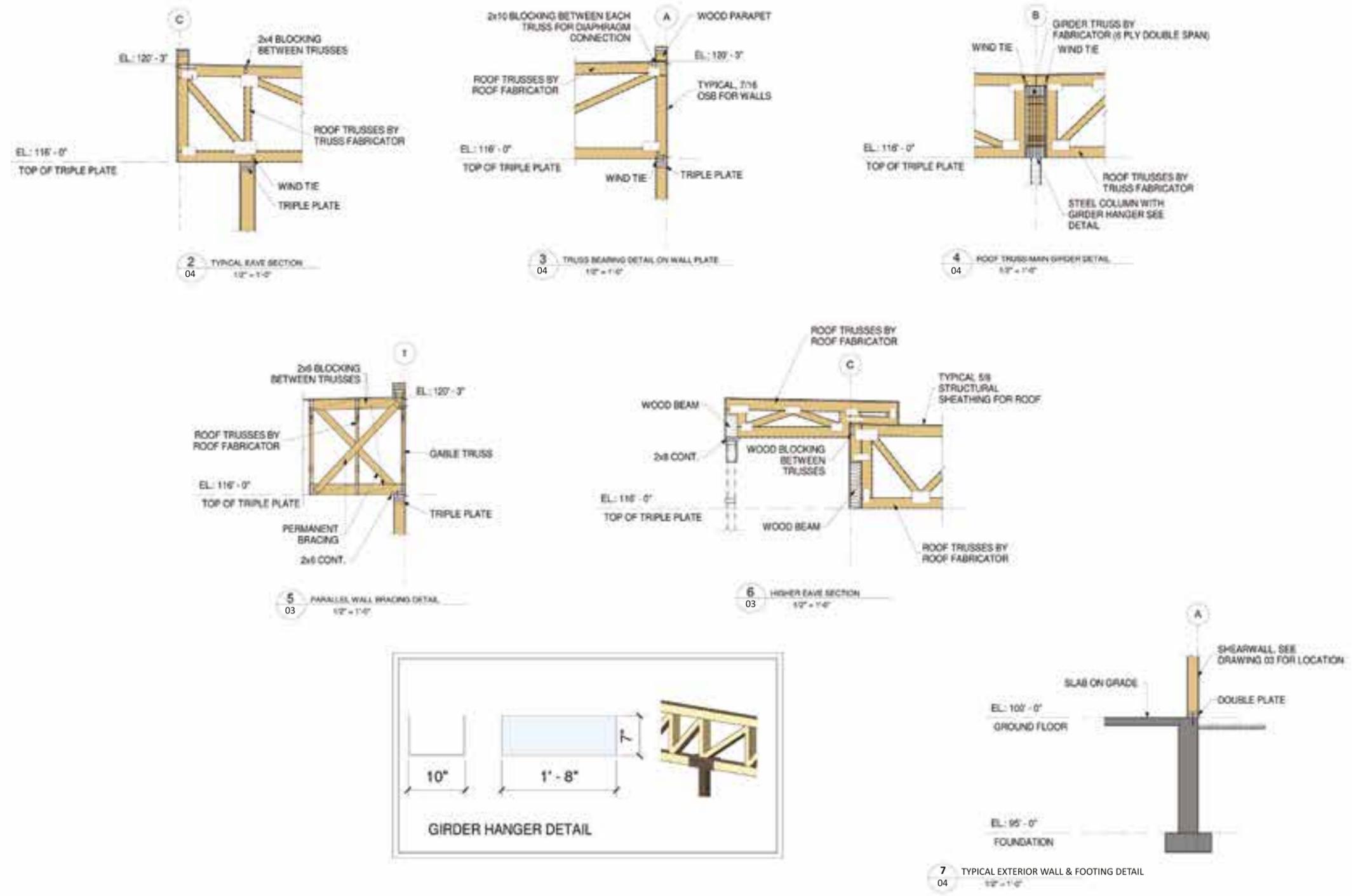
Drawing

Building Section

Sheet Number

04

Figure 2.1.2.



Client Architect Engineer Project Drawing Sheet Number



Single Storey
Commercial Retail Unit

Framing Details

05

Figure 2.1.5.

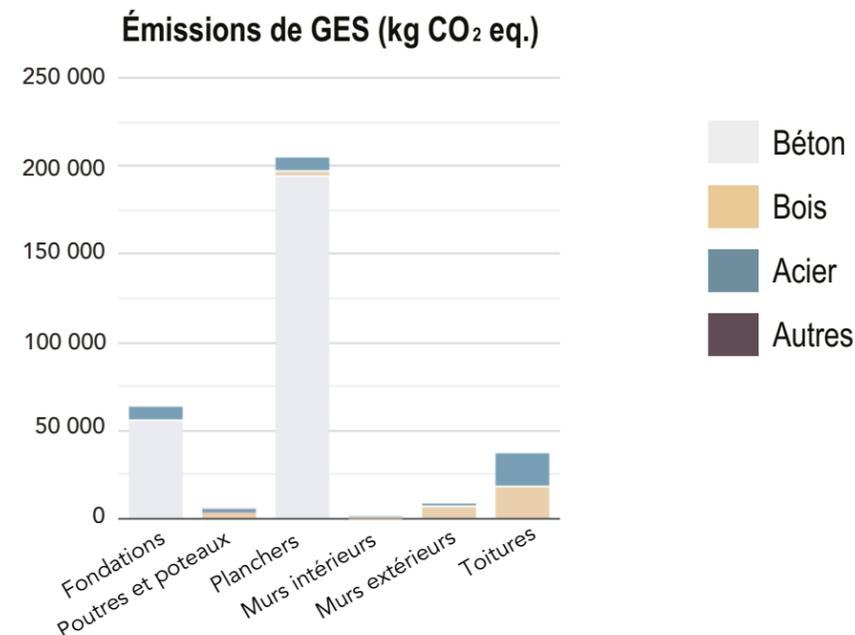
2.2 GRAND ENTREPÔT AVEC ESPACE À BUREAUX ATTENANT

Ce système de construction est conçu pour accueillir un usage du groupe F3 (Établissements industriels à risques faibles⁴) combiné avec un usage du groupe D (Établissements d'affaires⁵). Il a été conçu comme alternative à un type de bâtiment traditionnellement construit en acier. Il fournit la même hauteur libre interne et les portées libres ininterrompues qu'on voit généralement dans les entrepôts en acier existants d'une taille similaire.

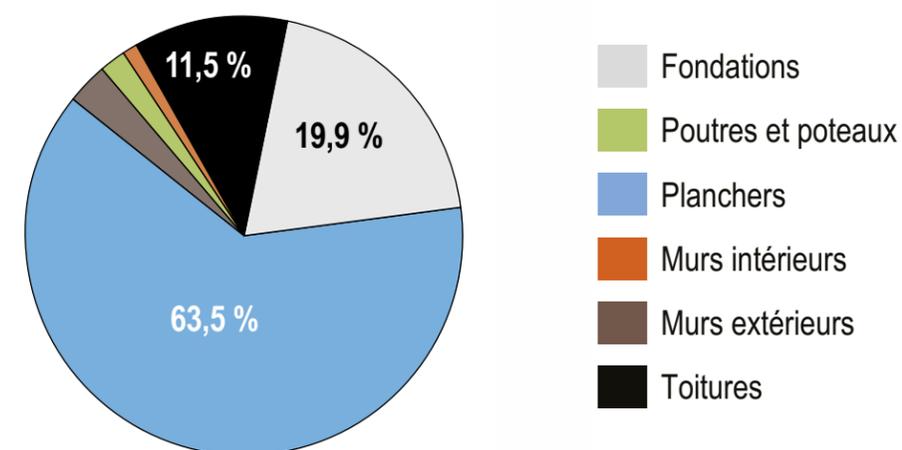
L'aspect le plus difficile dans la conception de cette structure était de créer une toiture capable de supporter la charge de neige sur la portée requise, étant donné le besoin pour un grand espace ouvert et flexible à l'intérieur. La solution structurale comprend des fermes de toit à ossature légère préfabriquées, des poutres en bois en placage stratifié (LVL), des poteaux en bois lamellé-collé et des murs extérieurs à ossature légère, tous des produits du bois de sciage et des produits du bois d'ingénierie dans des dimensions standard qui sont facilement disponibles à travers le pays.

Les travées structurales mesurent 64 pi (19,5 m) par 20 pi (6,10 m), ce qui donne à l'entrepôt des dimensions globales de 192 pi (58,5 m) par 160 pi (48,76 m) et une superficie d'un peu plus de 30 000 pieds carrés (2785 m²). Comme illustré, la longue portée de chaque baie est assurée par des fermes à ossature légère de 8 pi (2,44 m) de profondeur, installées à 24 po (610 mm) d'entraxe et profilées afin d'assurer le drainage (la membrure inférieure étant horizontale et la membrure supérieure étant légèrement en pente). Les fermes sont supportées par des poutres en LVL de 8¾ po (222 mm) de large et 24 po (610 mm) de profondeur qui, elles, reposent sur des poteaux en lamellé-collé de 10-¼x10-¼ po (260x260 mm). Toutes ces dimensions peuvent varier en fonction des charges locales de neige, de vent et sismiques.

Les éléments des fermes de toit sont assemblés au moyen de connecteurs métalliques standards. Aux points d'appui intermédiaires (axes B et C), les extrémités des fermes se chevauchent, de sorte qu'elles reposent toutes sur la pleine largeur des poutres. Les membrures inférieures des fermes et le dessous des poutres sont au même niveau, de sorte que les fermes agissent comme des blocages, fournissant ainsi la stabilité latérale requise pour les poutres LVL profondes. Afin de résister au soulèvement sous l'action du vent, les fermes sont reliées aux poutres LVL et aux sablières des murs par



Répartition des émissions de GES



des attaches de retenue. Les murs porteurs extérieurs de l'entrepôt sont composés de doubles montants 2x8 po (38x184 mm) en bois de sciage, à 24 po (610 mm) d'entraxe, les montants étant positionnés directement en dessous des fermes. Des entremises horizontales sont fournies à 4 pi (1220 mm) d'entraxe verticalement, ce qui correspond à l'emplacement des joints entre les panneaux de revêtement extérieur en panneaux à copeaux orientés (OSB) ou en contreplaqué. Cela permet aux murs ainsi assemblés d'agir comme murs de contreventement.

La totalité de l'assemblage des murs à ossature en bois de l'entrepôt est montée sur un muret périphérique en béton de 4 pi (1220 mm) de hauteur, ce qui réduit la longueur requise des montants 2x8 (38x184 mm) des murs à 20 pi (6,10 m), une longueur produite notamment par les scieries de la Colombie-Britannique et de l'Alberta et qui est généralement disponible dans toutes les régions du Canada. Le béton fournit également une finition extrêmement durable dans la zone du bâtiment où des forts impacts sont plus susceptibles de se produire. Les poteaux intérieurs en lamellé-collé mentionnés plus haut reposent également sur des piédestaux en béton de 4 pi (1220 mm) de haut pour la même raison.

L'espace à bureaux est également construit avec des murs à ossature légère en bois, mais avec des solives en I en bois qui s'étendent sur la largeur des deux travées structurales de 20 pi (6,10 m) de largeur. L'espace à bureaux de 40x100 pi (12,20x30,48 m) a une superficie d'environ 8000 pieds carrés (743 m²) répartis sur deux étages. Un mur coupe-feu avec un degré de résistance au feu d'une heure sépare la zone à usage du groupe D de celle du groupe F3. Il est construit à partir d'une ossature légère en bois avec deux couches de panneau de placoplâtre de type X de chaque côté. Les portes dans ce mur doivent également avoir un degré de résistance au feu d'une heure.

Les zones ombrées sur le plan de la toiture indiquent les zones du bâtiment où les forces de diaphragme les plus importantes se produisent. Ces zones nécessiteront un schéma de clouage différent pour le revêtement en OSB ou en contreplaqué afin de résister aux charges plus élevées auxquelles elles seront soumises.

Le système structural décrit ici peut être utilisé pour des bâtiments plus grands, bien que cela puisse nécessiter l'utilisation de poteaux et de poutres en acier à la place des éléments en LVL. Le coût installé de la structure pour ce projet est de l'ordre de 18 à 21 \$ le pied carré.

Un sommaire du calcul des GES est présenté à l'annexe 4.4

⁴ L'usage Établissements industriels à risques faibles (groupe F, division 3): une occupation industrielle dans laquelle la teneur en combustible ne dépasse pas 50 kg / m² ou 1200 MJ / m² de surface de plancher.

⁵ L'usage Établissements d'affaires (groupe D) signifie l'occupation ou l'utilisation d'un bâtiment ou d'une partie de celui-ci pour la transaction commerciale ou la prestation ou la réception de services professionnels ou personnels.



Project Name:	Large Warehouse with Adjoining Office Space	Design:	Light industrial and offices
Code Classification:	Group F3 Low Hazard Industrial / Group D Office		
Number of Storeys:	Two	Footprint:	3,225 m ² / 34,720 ft ²
Structural System:	Light wood framing (dimensional lumber), wood trusses		

PROJECT DESCRIPTION	
BUILDING SIZE:	FOOTPRINT: 34,720 sq ft, 3,225 m ²
FIRE RATING: 45 min Floors, Walls, Roof	MAXIMUM UNOCCUPIED: 38,750 sq, 3,600 m ² FOOTPRINT: OCCUPIED: 27,300 sq, 2,500 m ²
ROOF LOADING AND DEFLECTION:	FLOOR LOADING AND DEFLECTION:
DEAD LOAD= 0.75kN	DEAD LOAD (INCLUDING PARTITION)= 1.75kN
SNOW LOAD= 3.2kN	LIVE LOAD= 2.4kN
WIND LOAD= 1.7kN	MEAS-ON-GRADE LOADING:
WIND DEFLECTION= 1/240	DEAD LOAD (INCLUDING PARTITION)= 4.0kN
TOTAL LOAD DEFLECTION= 1/240	LIVE LOAD= 4.8kN
STRUCTURAL SYSTEM DESCRIPTION:	Light wood construction, using dimensional lumber and trusses, LVL beams, steels HSS columns, concrete slab on grad with footings. Nailed shear walls – wood based panels- R _d = 3.0, R _o = 1.7 Site Class D

3.2.2.62 Group D, Up to 2 Storeys, Unsprinklered

Sprinklered (Y/N):	No
Storeys:	Two
Max Building Area:	Facing 1 Street: 800 m ² Facing 2 Streets: 1,000 m ² Facing 3 Streets: 1,200 m ²

Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRP
Mezzanines:	45 min FRP
Roof Assemblies:	None
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRP or noncombustible const.

3.2.2.63 Group D, Up to 2 Storeys, Sprinklered

Sprinklered (Y/N):	Yes
Storeys:	Two
Max Building Area (m ²):	1,400 m ²

Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRP
Mezzanines:	45 min FRP
Roof Assemblies:	None
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRP or noncombustible const.

3.2.2.83 Group F, Division 3, up to 4 Storeys, Unsprinklered

Sprinklered (Y/N):	No
Storeys:	Two
Max Building Area (m ²):	Facing 1 Street: 2,400 m ² Facing 2 Streets: 3,000 m ² Facing 3 Streets: 3,600 m ²

Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRP
Mezzanines:	45 min FRP
Roof Assemblies:	45 min FRP
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRP or noncombustible const.

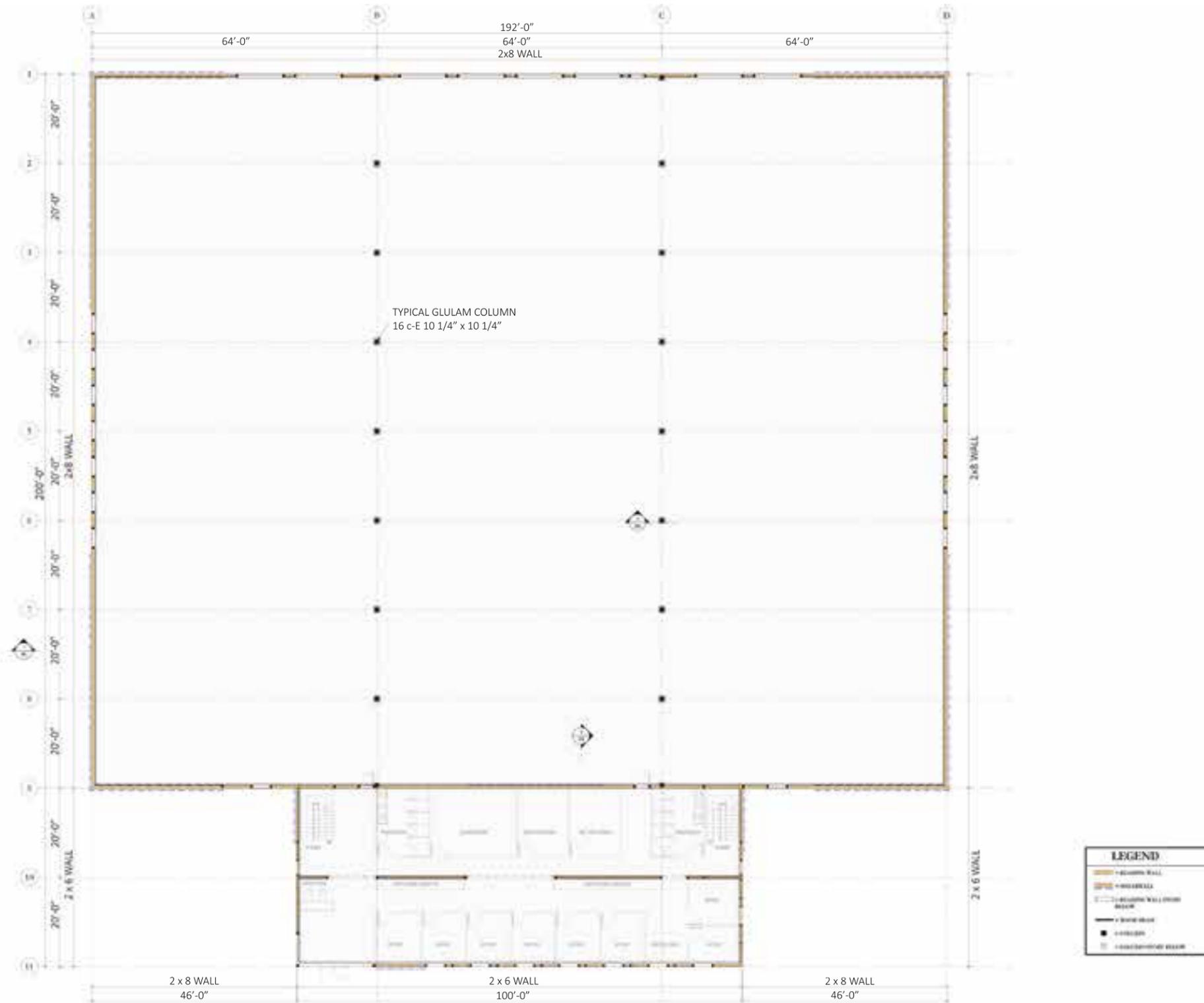
3.2.2.84 Group F, Division 3, Up to 4 Storeys, Sprinklered

Sprinklered (Y/N):	Yes
Storeys:	Two
Max Building Area (m ²):	2,200 m ²

Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRP
Mezzanines:	45 min FRP
Roof Assemblies:	None
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRP or noncombustible const.

Sheet Number	Drawing
01	Project Description and Code Analysis
02	Ground Floor Plan
03	Upper Floor Plan
04	Roof Plan
05	Wall Section Details

Figure 2.2.1.



Client Architect Engineer Project Drawing Sheet Number

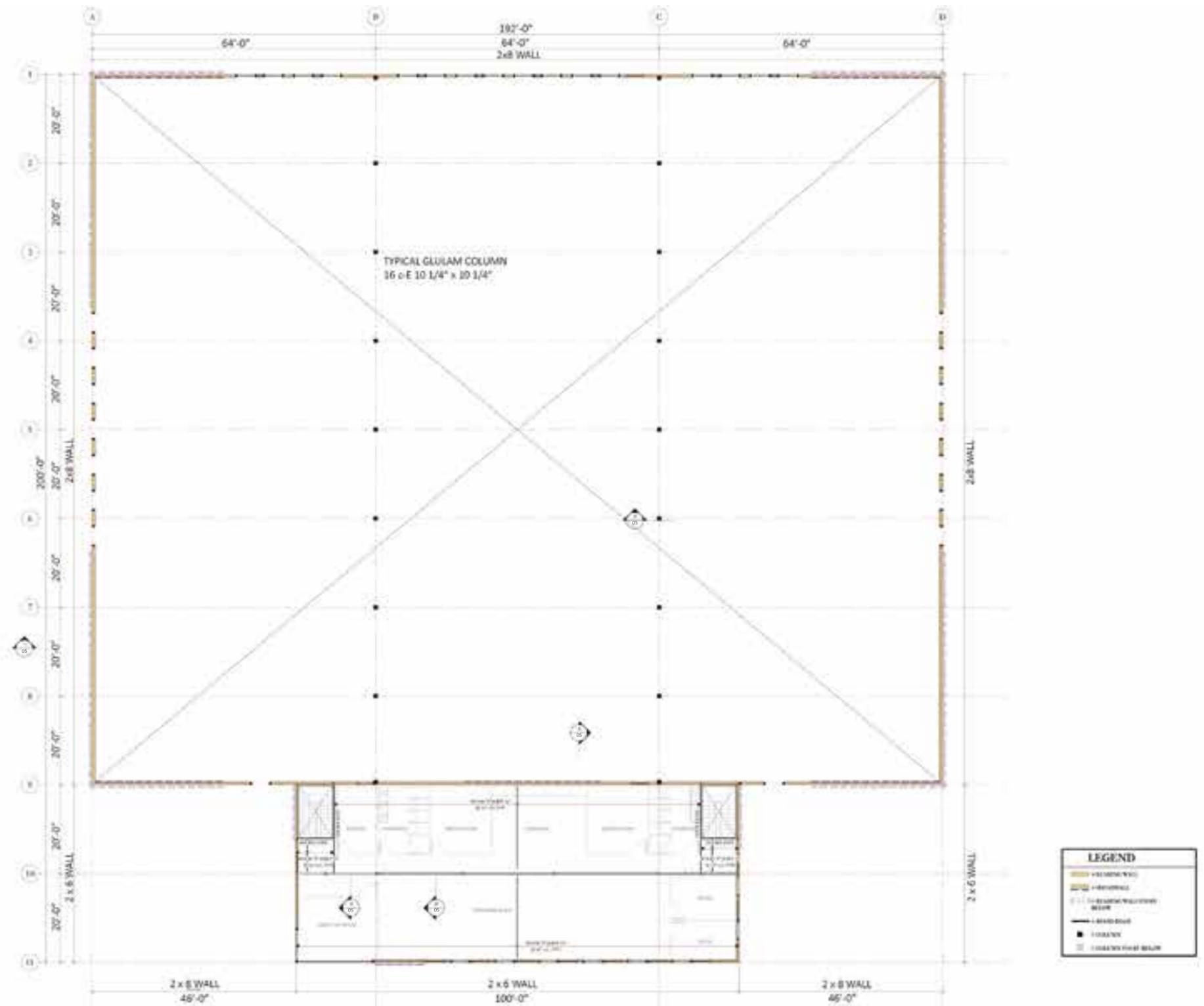


Large Warehouse with
Adjoining Office Space

Ground Floor Plan

02

Figure 2.2.2.



Client

Architect

Engineer

Project

Drawing

Sheet Number

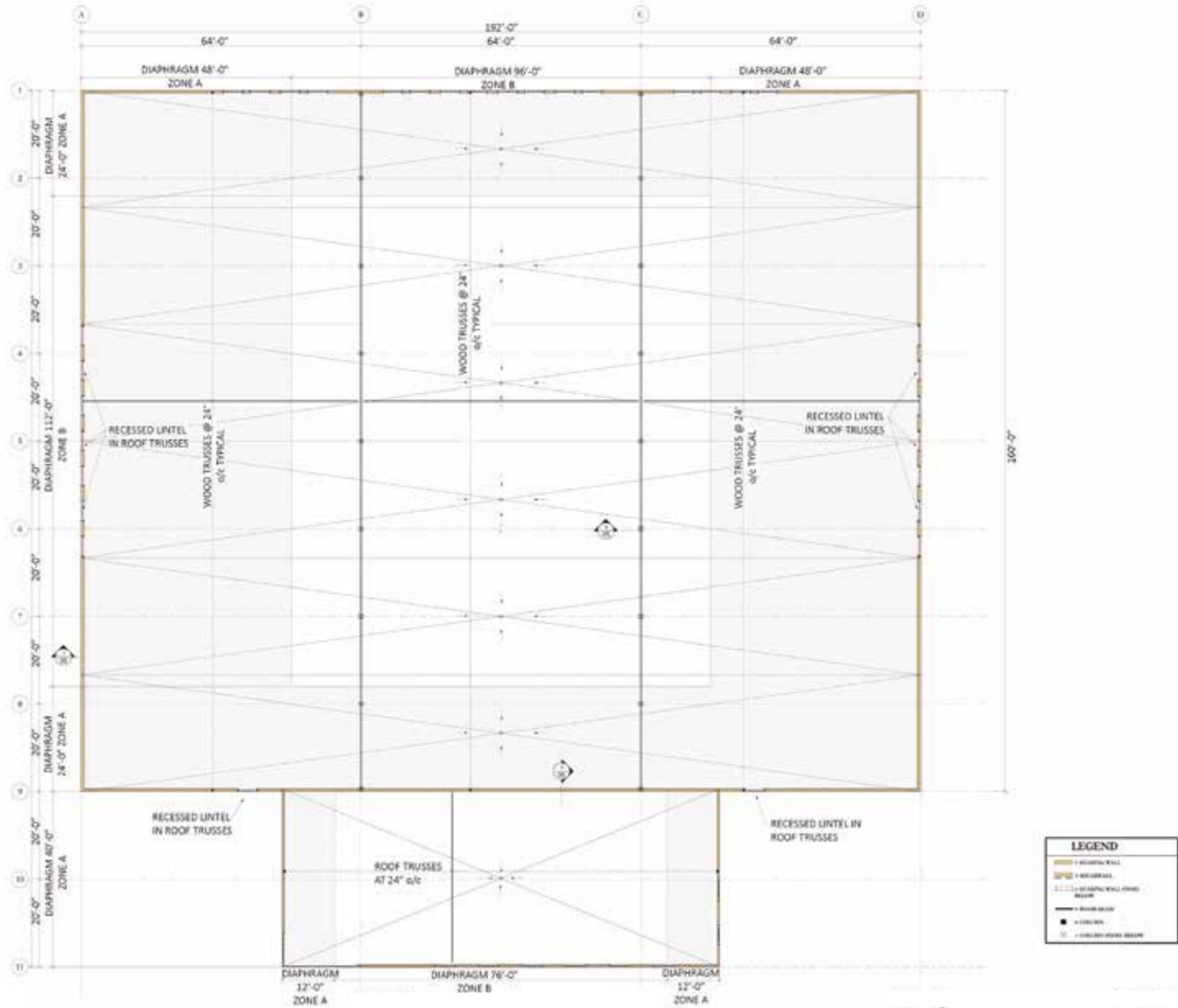


Large Warehouse with
Adjoining Office Space

Upper Floor Plan

03

Figure 2.2.3.



Client Architect Engineer Project Drawing Sheet Number

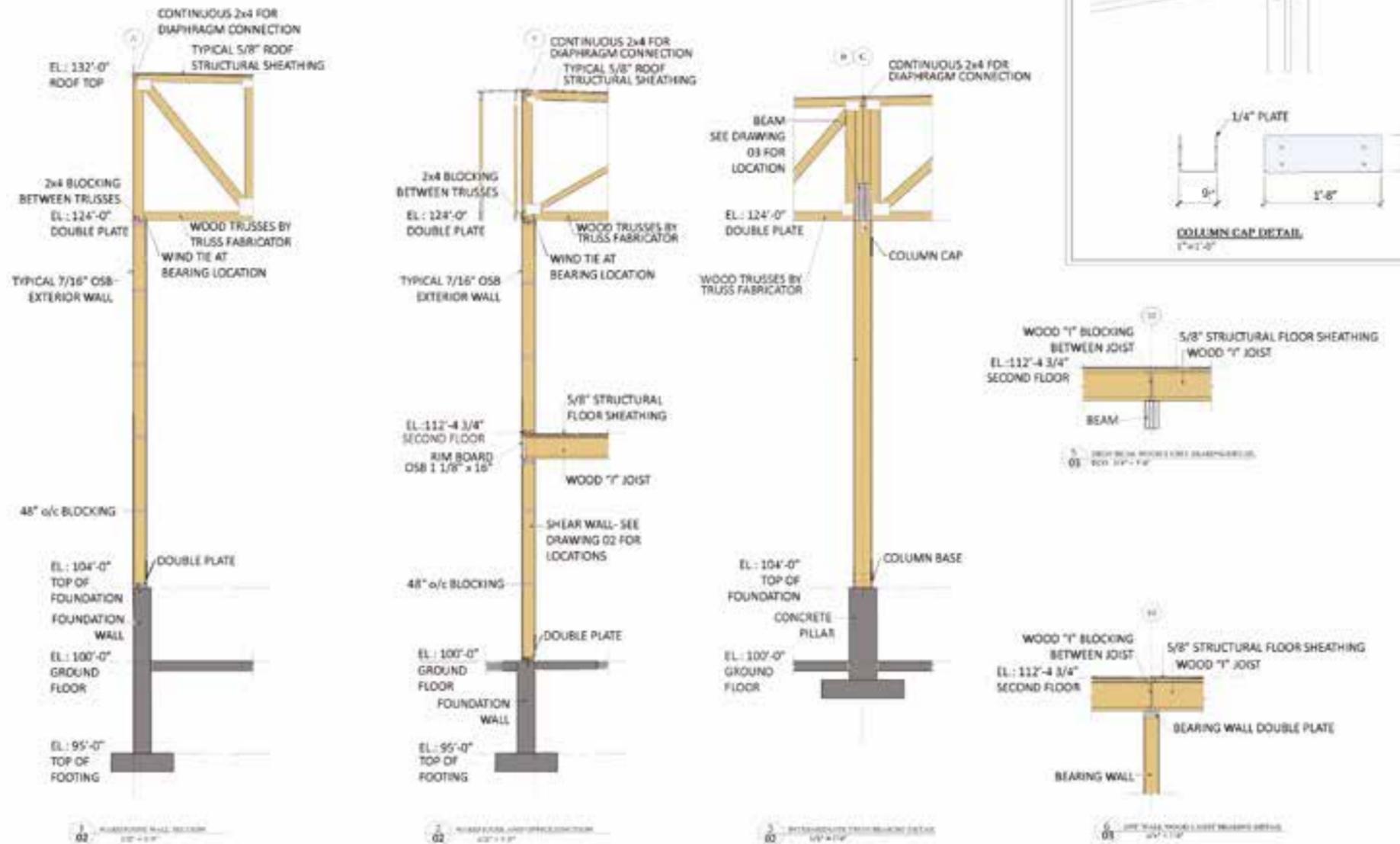


Large Warehouse with Adjoining Office Space

Roof Plan

04

Figure 2.2.4.



Client

Architect

Engineer

Project

Drawing

Sheet Number



Large Warehouse with
Adjoining Office

Wall Sections & Details

05

Figure 2.2.5.

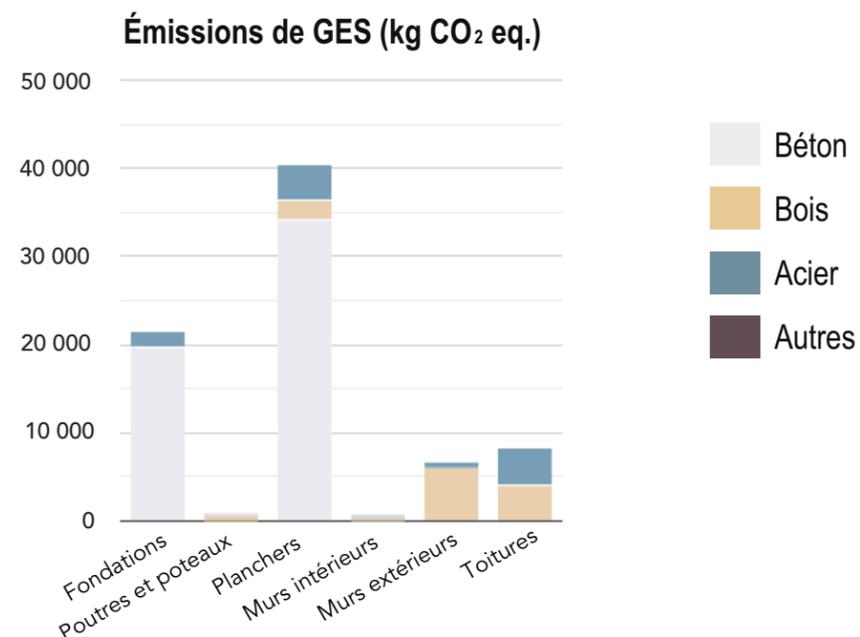
2.3 GRANDS LOCAUX À BUREAUX AVEC ESPACE D'ENTREPOSAGE ATTENANT

Variante du système décrit dans la section 2.2, ce système de construction est conçu pour abriter un usage principal du groupe D (Établissement d'affaires⁶), combiné avec un petit espace d'entreposage appartenant au groupe F3 (Établissements industriels à risques faibles⁷). Ce système a été élaboré comme solution de rechange aux types de bâtiments habituellement construits en acier. Il affiche la même hauteur libre interne et les mêmes portées libres continues que celles qui sont généralement observées dans les bâtiments en acier de ce type.

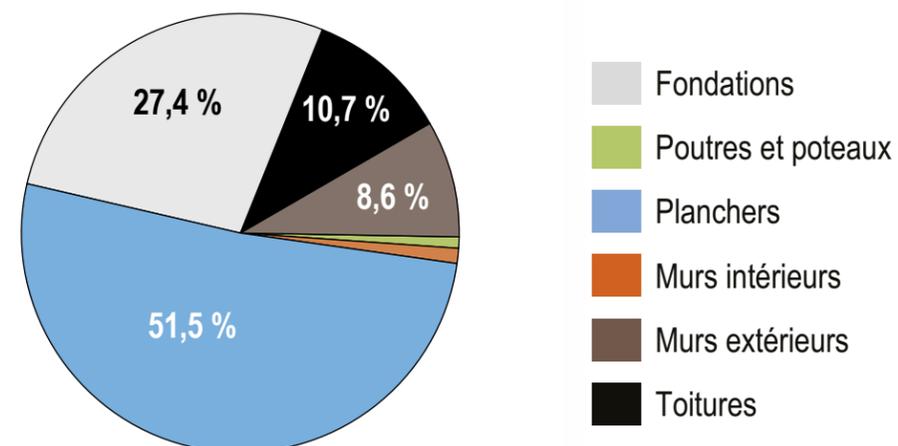
Le bâtiment est en forme d'un rectangle allongé, d'environ 62 pi (18,90 m) de largeur par 125 pi (38,10 m) de profondeur, pour une superficie au sol d'environ 7 750 pieds carrés (720,26 m²). La largeur des locaux à bureaux est divisée en trois travées : la travée centrale, d'environ 23 pi (7,01 m) de largeur, et deux travées latérales d'environ 19,5 pi (5,94 m) de largeur. La profondeur est divisée en cinq travées d'environ 25 pi (7,62 m) chaque. Les locaux à bureaux occupent les premiers 75 pi (22,86 m) sur deux étages, à l'avant du bâtiment, alors que l'entrepôt / espace d'entreposage occupe le reste de la superficie. Les locaux à bureaux sont dotés de poteaux intermédiaires qui divisent la trame structurale en de plus petites sections.

La toiture du bâtiment a été construite à partir de fermes à ossature légère préfabriquées qui s'étendent sur toute la largeur du plan. Aucun poteau ne supporte le toit à l'intérieur. Espacées à 24 po (610 mm) d'entraxe, les fermes ont des membrures supérieures en pente, créant ainsi un faîte central qui traverse le bâtiment sur sa longueur. Comme illustré, la profondeur des fermes est de 42 po (1,07 m) à l'avant-toit et de 72 po (1,83 m) au faîte.

Pour l'entrepôt, la charpente des murs est constituée de montants, de lisses et de sablières de bois en placage stratifié (LVL) de 1¼x11 7/8 po (44x302 mm). Les montants se trouvent juste en dessous des fermes de toit. Les murs de la section entrepôt s'étendent sur 27 pi (8,23 m) de hauteur de la dalle de béton sur le sol à la sous-face des fermes de toit. Des entremisses horizontales sont installées entre les montants à 48 po (1,22 mm) d'entraxe sur toute la hauteur du bâtiment afin de supporter les panneaux structuraux (à copeaux orientés (OSB) ou en contreplaqué) utilisés pour le revêtement extérieur. Les murs sont conçus pour agir comme système de résistance aux forces latérales du bâtiment. Ainsi, l'épaisseur des panneaux et les



Répartition des émissions de GES



Un sommaire du calcul des GES est présenté à l'annexe 4.4

schémas de clouage requis devront tenir compte du calcul des surcharges dues au vent et aux séismes pour l'emplacement en question.

Dans les locaux à bureaux, les montants de bois LVL sont remplacés par des montants simples en bois de sciage 2x6 à 16 po (406 mm) d'entraxe ou des montants doubles à 24 po (610 mm) d'entraxe. Cela tient compte des conditions de charge et de la construction à charpente à claire-voie utilisée dans l'entrepôt, qui cède sa place à une charpente à plate-forme. Les poutres intérieures sont situées sur les lignes d'axes entre les travées structurales et les planchers sont construits à partir de fermes de plancher ajourées en bois préfabriquées de 456 mm (18 po) de profondeur, espacées à 16 po (406 mm) d'entraxe. Dans les endroits où les fermes de plancher supportent les murs extérieurs, une solive de rive de 18 po (456 mm) de profondeur doit être utilisée pour ceinturer le bâtiment. Il s'agit de la seule partie de l'enveloppe du bâtiment qui doit être installée sur place. En effet, tous les composants des murs extérieurs à ossature légère en bois peuvent être fabriqués et revêtus hors site. Toutes les fermes sont assemblées avec des connecteurs standards en acier, et les fermes de toit sont ancrées aux sablières au moyen d'ancrages de retenue en acier qui résistent au soulèvement sous l'action du vent. Les détails exacts varieront en fonction des conditions locales.

Comme dans l'étude de cas précédente, le matériau isolant utilisé pour le système structural illustré sur ces dessins peut être un isolant de cavité traditionnel, ou bien une isolation extérieure continue (panneaux rigides faits de polystyrène ou de laine minérale) dans les cas où l'enveloppe du bâtiment doit offrir une performance thermique supérieure.

Les usages du groupe D et du groupe F3 doivent être séparés par un mur coupe-feu ayant un degré de résistance au feu d'une heure. Ce mur coupe-feu doit être constitué d'une ossature légère en bois et de deux couches de panneaux de placoplâtre de type X de chaque côté. Toute porte installée sur ce mur doit également avoir un degré de résistance au feu d'une heure.

Le bâtiment illustré ici occupe la superficie maximale autorisée pour une structure combustible non protégée par un système de gicleurs et faisant face à une seule rue. Il serait possible de construire un bâtiment plus grand si celui-ci était muni d'un système de gicleurs ou faisait face à deux ou trois rues. Le coût installé de la structure pour ce projet est de l'ordre de 17,5 à 20,5 \$ le pied carré.

⁶ L'usage Établissements d'affaires (groupe D) signifie l'occupation ou l'utilisation d'un bâtiment ou d'une partie de celui-ci pour la transaction commerciale ou la prestation ou la réception de services professionnels ou personnels.

⁷ L'usage Établissements industriels à risques faibles (groupe F, division 3): une occupation industrielle dans laquelle la teneur en combustible ne dépasse pas 50 kg / m² ou 1200 MJ / m² de surface de plancher



Project Name: Large Office with Adjoining Storage Space	Use: Light Industrial and offices
Code Classification: Group F3 Low Hazard Industrial / Group D Office	
Number of Storeys: Two	Footprint: 714 m ² / 7,688 R ²
Mechanical System: Light wood framing (dimensional lumber), wood trusses	

PROJECT DESCRIPTION	
BUILDING SIZE:	FOOTPRINT: 7,688 sqft 714 m ²
FIRE RATING: 45 min Floors, Walls, Roof	MAXIMUM UNSPRINKLERED: 38,750 R ² , 3,600 m ² FOOTPRINT: 72,500 R ² , 7,200 m ²
ROOF LOADING AND DEFLECTION:	FLOOR LOADING AND DEFLECTION:
DEAD LOAD= 0.75 kN	DEAD LOAD (INCLUDING PARTITION)= 1.71 kN
SNOW LOAD= 2.52 kN	LIVE LOAD= 2.40 kN
SNOW LOAD DEFLECTION= L/360	SLAB ON GRADE LOADING:
TOTAL LOAD DEFLECTION= L/348	DEAD LOAD (INCLUDING PARTITION)= 4.89 kN
	LIVE LOAD= 4.89 kN
STRUCTURAL SYSTEM DESCRIPTION:	Light wood construction, using dimensional lumber and trusses, LVL beams, steels HSS columns, concrete slab on grad with footings. Nailed shear walls - wood based panels- R _d = 3.0, R _o = 1.7 Site Class D

NBC 2015 Analysis

3.2.2.62 Group D, Up to 2 Storeys, Unsprinklered

Sprinklered (Y/N):	No
Storeys:	Two
Max Building Area:	Facing 1 Street: 800 m ² Facing 2 Streets: 1,000 m ² Facing 3 Streets: 1,200 m ²

Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRR
Mezzanines:	45 min FRR
Roof Assemblies:	None
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRR or noncombustible const.

3.2.2.63 Group D, Up to 2 Storeys, Sprinklered

Sprinklered (Y/N):	Yes
Storeys:	Two
Max Building Area (m ²):	2,400 m ²

Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRR
Mezzanines:	45 min FRR
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRR or noncombustible const.
Roof Assemblies:	None

3.2.2.85 Group F, Division 3, up to 2 Storeys, Unsprinklered

Sprinklered (Y/N):	No
Storeys:	Two
Max Building Area (m ²):	Facing 1 Street: 800 m ² Facing 2 Streets: 1,000 m ² Facing 3 Streets: 1,200 m ²

Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRR
Mezzanines:	45 min FRR
Roof Assemblies:	None
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRR or noncombustible const.

3.2.2.86 Group F, Division 3, Up to 2 Storeys, Sprinklered

Sprinklered (Y/N):	Yes
Storeys:	Two
Max Building Area (m ²):	2,400 m ²

Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRR
Mezzanines:	45 min FRR
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRR or noncombustible const.
Roof Assemblies:	None

Sheet Number	Drawing
01	Project Description and Code Analysis
02	Ground Floor Plan
03	Upper Floor Plan
04	Roof Plan
05	Wall Section Details

Client	Architect	Engineer	Project	Drawing	Sheet Number
			Large Office with Adjoining Storage Space	Project Description and Code Analysis	01

Figure 2.3.1.



Client



Architect



Engineer



Project

Large Office with
Adjoining Storage Space

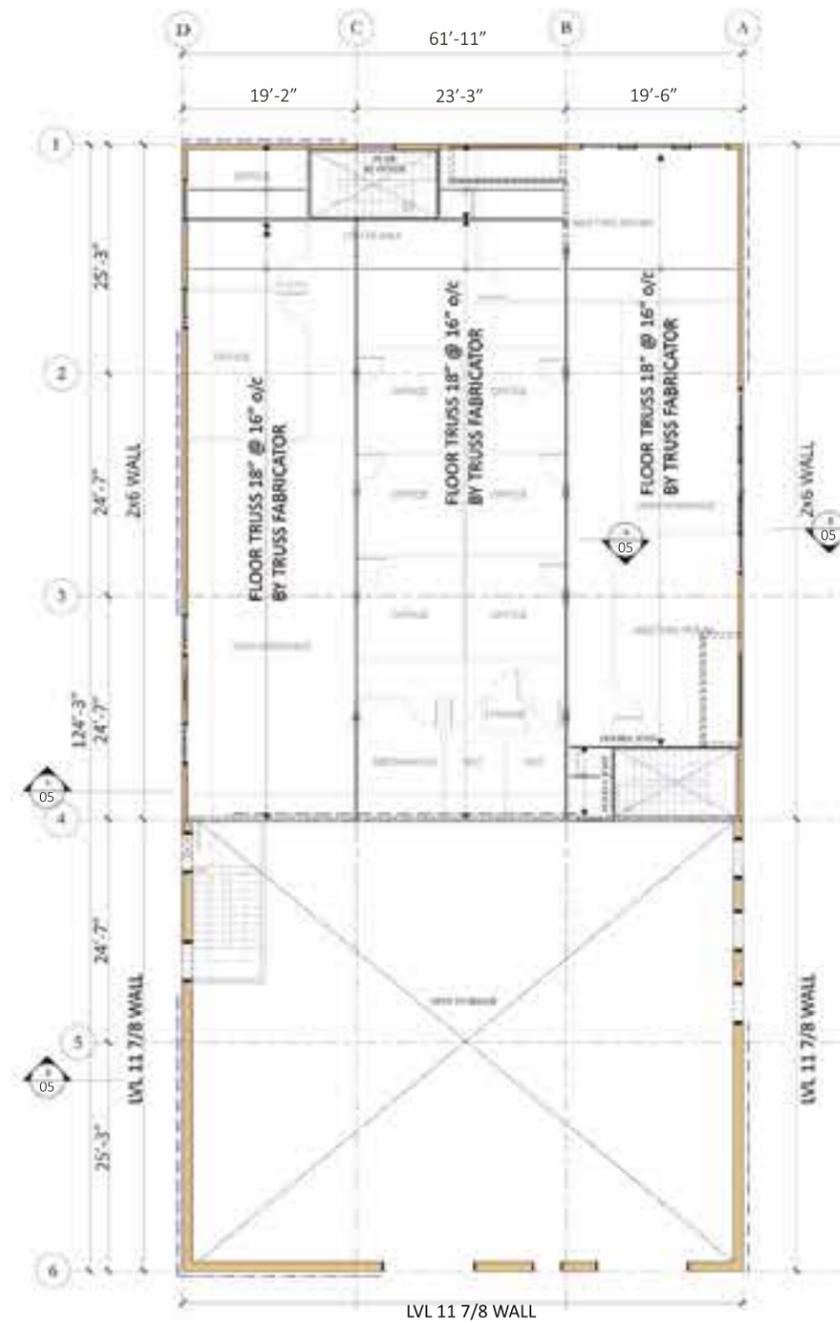
Drawing

Ground Floor Plan

Sheet Number

02

Figure 2.3.2.



Upper Floor Plan

LEGEND	
	2x6 WALL
	LVL 11 7/8 WALL
	FLOOR TRUSS 18" @ 16" o/c
	BEARING WALL
	BEARING WALL BEARING

Client

Architect

Engineer

Project

Drawing

Sheet Number

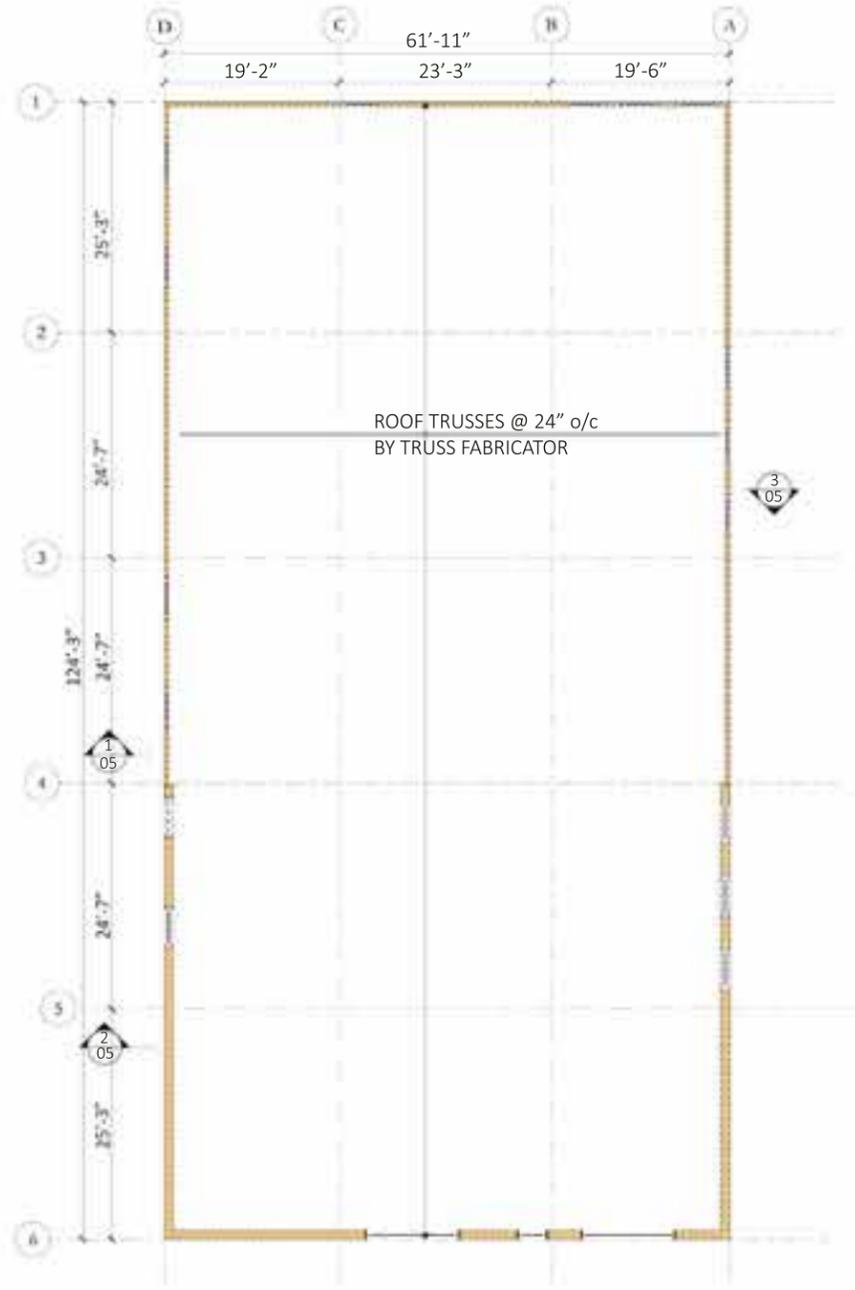


Large Office with
Adjoining Storage Space

Upper Floor Plan

03

Figure 2.3.3.



LEGEND	
	EXTERIOR WALL
	INTERIOR WALL
	STRUCTURAL WALL
	WINDOW
	DOOR
	ROOF STRUCTURE
	TRUSS FABRICATOR

Client

Architect

Engineer

Project

Drawing

Sheet Number

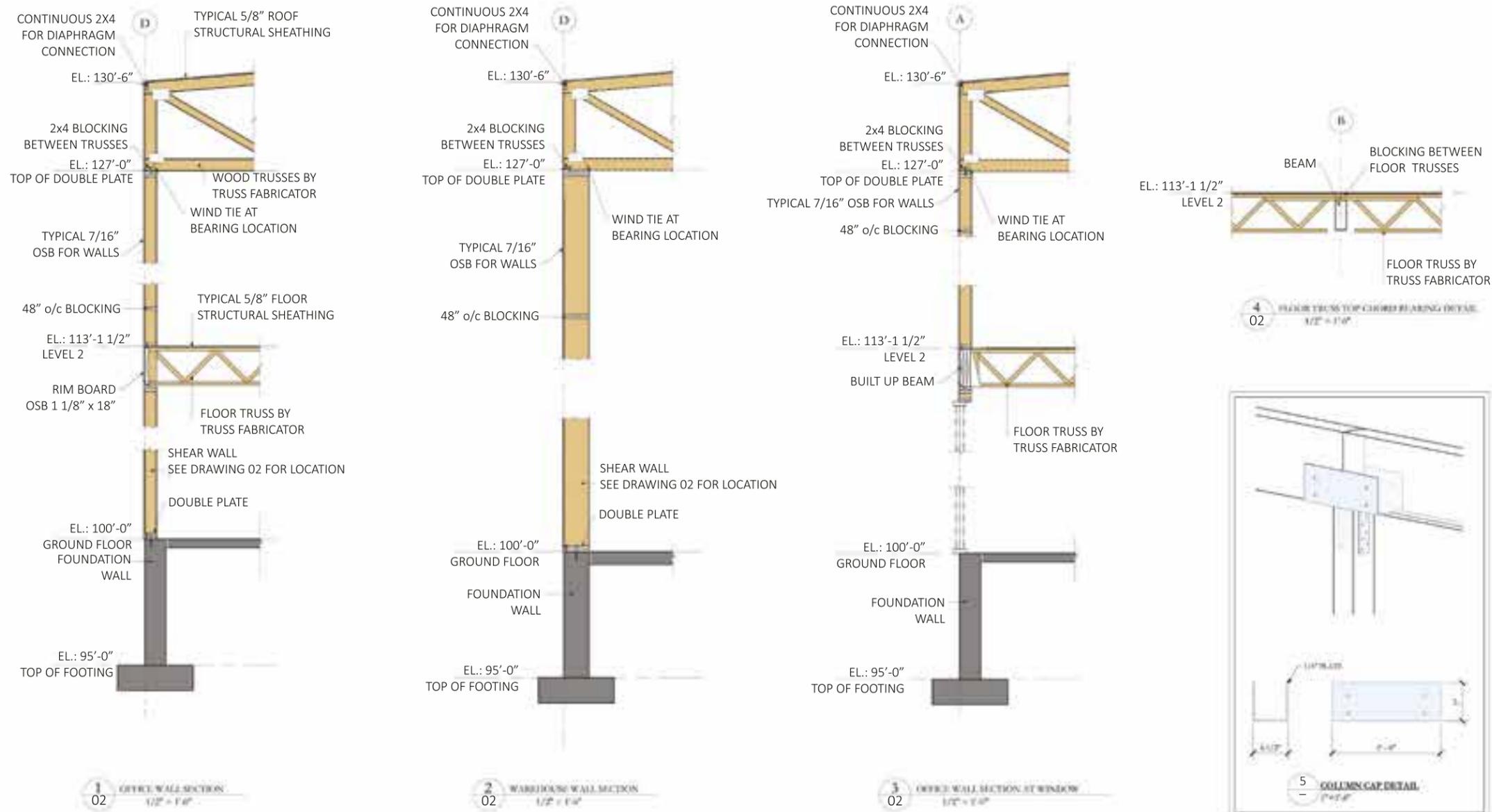


Large Office with
Adjoining Storage Space

Roof Plan

04

Figure 2.3.4.



Client

Architect

Engineer

Project

Drawing

Sheet Number

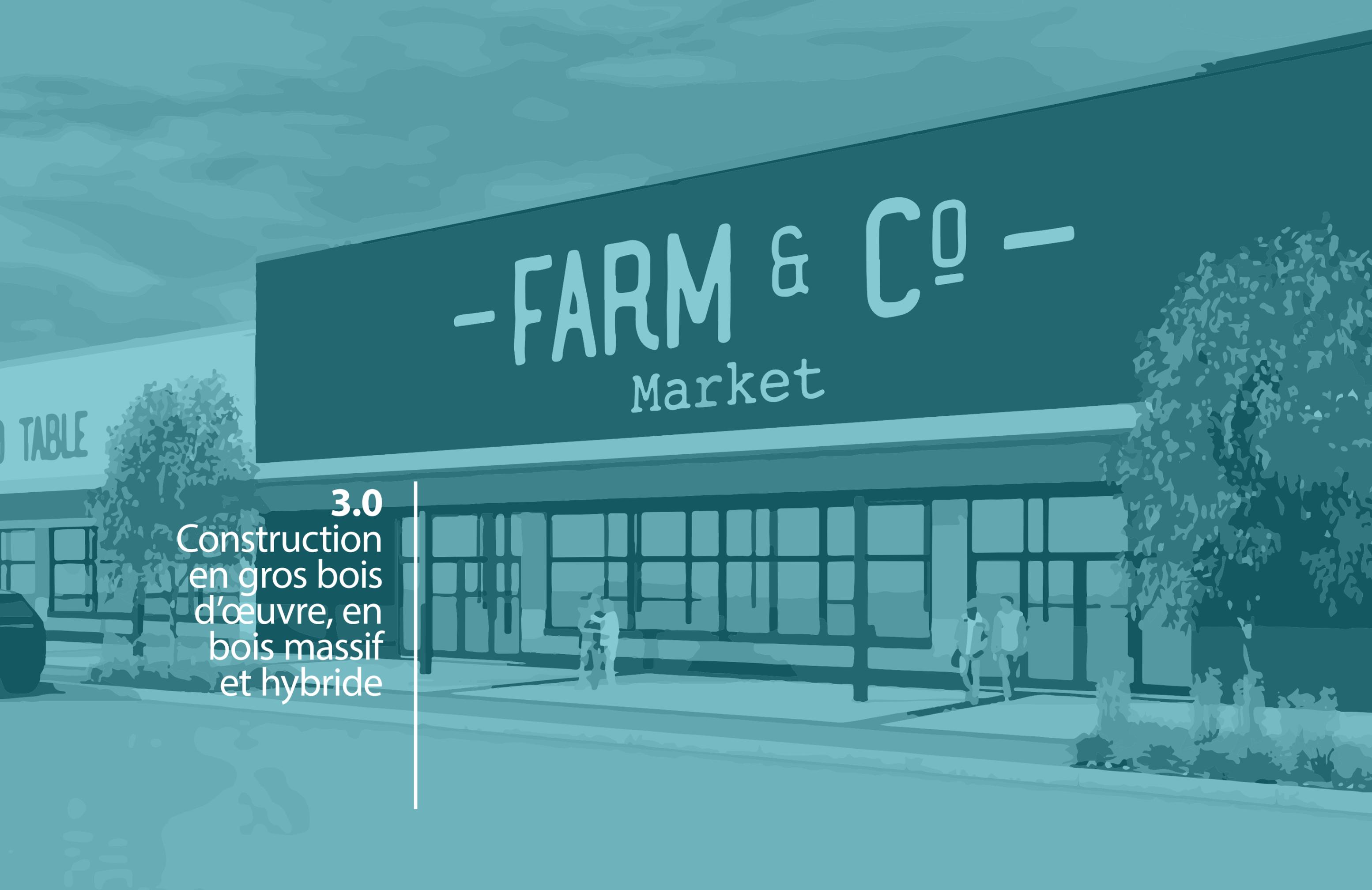


Large Office with
Adjoining Storage Space

Wall Section Details

05

Figure 2.3.5.



- FARM & CO -
Market

3.0
Construction
en gros bois
d'œuvre, en
bois massif
et hybride

3.0 CONSTRUCTION EN GROS BOIS D'ŒUVRE, EN BOIS MASSIF ET HYBRIDE

La présente section aborde les solutions de construction en gros bois d'œuvre, en bois massif et hybrides pour deux types de bâtiments qui sont typiquement construits en acier ou en béton. Le premier est un bâtiment d'un étage abritant un usage principal du groupe E (Établissements commerciaux⁸) du même type que les magasins à grande surface ou les mégacentres commerciaux que l'on retrouve un peu partout au pays. Le deuxième est un bâtiment de trois étages abritant un usage principal du groupe D (Établissements d'affaires⁹), pour lequel deux options structurelles sont offertes.

Dans chaque cas, les solutions de rechange proposées ici tiennent compte des surfaces de plancher, des hauteurs libres et des portées libres les plus courantes au sein du secteur de marché concerné. Une combinaison de gros bois d'œuvre, de bois massif et d'éléments en ossature légère, incluant le bois lamellé-croisé (CLT), le bois en placage stratifié (LVL) et le bois lamellé-collé, sera utilisée dans la construction. Le bois LVL et le bois lamellé-collé sont facilement accessibles partout au pays depuis de nombreuses années déjà, alors que le CLT peut maintenant être obtenu à des prix concurrentiels auprès de divers fabricants canadiens. Dans chaque cas, l'accent est mis sur des produits de dimensions standard et des solutions structurales qui comportent des systèmes d'assemblage simples et économiques.

Les analyses du Code du bâtiment pour chaque bâtiment sont présentées sous forme de tableau, tout comme les hypothèses de calcul relatives à la structure qui sont applicables au bâtiment. La ville d'Ottawa a été choisie en tant qu'emplacement hypothétique pour toutes les études de cas car cette ville présente des conditions moyennes en matière des variations de température, de vent et des charges de neige. Il est également possible de construire des structures plus grandes tout en étant en conformité avec le Code national du bâtiment, à condition toutefois de respecter les limites de hauteur et de superficie des bâtiments, les exigences en matière de détection et d'extinction des incendies et les exigences en matière de la disponibilité des voies d'accès en cas d'incendie (à partir d'une, de deux ou de trois

rues). L'utilisation de poteaux d'acier en profilé de charpente creux (HSS) pour supporter le toit du bâtiment commercial à un étage n'est pas une exigence du Code du bâtiment, mais bien une préférence exprimée par des promoteurs immobiliers de ce secteur. Il est possible d'opter plutôt pour des poteaux en bois lamellé-collé. Une fourchette des coûts anticipés est donnée pour chaque projet afin de tenir compte des fluctuations régionales.

L'approche concrète adoptée dans la conception de ces bâtiments permet de mettre en œuvre des solutions économiques qui relèvent de la compétence des entrepreneurs et des fabricants de produits du bois réputés à travers le pays. Ces solutions devraient pouvoir faire l'objet de soumissions concurrentielles sans les surcoûts associés à des technologies mal connues. Par ailleurs, comme l'industrie du bois au Canada n'est pas concentrée dans un seul endroit, ces bâtiments peuvent désormais être construits en utilisant des matériaux de source régionale et en faisant appel à de la main-d'œuvre locale, ce qui contribue au bien-être économique et social des communautés locales.

Comme les deux types de bâtiments décrits dans cette section comportent traditionnellement une grande superficie vitrée, du moins sur les façades principales, les systèmes de résistance aux forces latérales ont été conçus de manière à ce que cette option soit toujours possible. Le bâtiment commercial à un étage est illustré ici avec une charpente de mur à ossature légère en bois de 2x8 po (38x184 mm) et avec de l'isolant en natte dans la cavité. De l'intérieur vers l'extérieur, cet assemblage présente une couche de cloisons sèches, une membrane pare-air / vapeur, un mur à ossature légère en bois de 2x8 po avec un isolant en fibre de verre de 7 1/2 po (190 mm), un revêtement structural (panneaux à copeaux orientés (OSB) ou en contreplaqué), une membrane résistante aux intempéries et un bardage rapporté extérieur sur des traverses ou des lattes, au besoin. Aucune hypothèse de ce genre n'a été formulée pour les bâtiments à niveaux multiples appartenant au groupe D.

Une méthode similaire de construction sur le chantier peut être utilisée pour la toiture. Cependant, dans le cas du bâtiment commercial à un étage,

on propose l'utilisation d'un système de panneaux à revêtement travaillant préfabriqués pour la toiture. Ces panneaux peuvent être munis d'isolant et d'une membrane d'étanchéité en usine.

Le deuxième assemblage de mur est doté d'une isolation extérieure continue afin de minimiser les ponts thermiques et de maximiser le rendement énergétique global. La structure de support est également constituée d'une ossature légère en bois de 2x8 po (38x184 mm), d'une couche de cloison sèche à l'intérieur, et d'un panneau structural pour le revêtement extérieur. Cependant, le pare-air, le pare-vapeur et la membrane résistante aux intempéries sont apposés sur la face extérieure du revêtement avant d'être recouverts d'isolant giclé R 28 ou en laine de roche non combustible à haute densité. Des entremises en Z en fibre de verre servent de support au bardage extérieur, qui peut être fait de métal, de bois ou de tout autre matériau convenable. L'isolant extérieur atteint le niveau du parapet et se relie aux panneaux isolants extérieurs apposés sur le toit. Cette combinaison procure une toiture chaude et permet d'augmenter la résistance thermique, jusqu'à environ R-20 pour les murs et R-28 ou R-40 ou plus pour la toiture, selon l'emplacement du projet et les objectifs de performance visés (voir l'annexe 4.3 pour voir des diagrammes des deux options d'enveloppe).

Étant donné que les trois bâtiments peuvent comporter une grande superficie vitrée sur leur périmètre, l'intérieur de ceux-ci serait probablement bien visible de l'extérieur. Comme l'encapsulation des cloisons sèches n'est pas requise pour satisfaire aux exigences du Code en matière de résistance au feu, la charpente de toit du bâtiment à un étage du groupe E et les charpentes des planchers, de toit et des murs des bâtiments du groupe D peuvent être laissés exposés. Cela donnera un aspect original et attrayant aux bâtiments et créera une atmosphère chaleureuse pour les occupants et les visiteurs.

⁸ L'usage principal Établissements commerciaux (groupe E) englobe les bâtiments qui sont utilisés, en tout ou en partie, pour l'étalage ou la vente de marchandises ou de denrées au détail.

⁹ Les systèmes de résistance aux charges de gravité et aux charges latérales conçus pour les structures du bâtiment à trois étages du groupe D sont, en fait, interchangeables, ce qui représente un total de quatre choix possibles.



Figure 3.1



Figure 3.2



Figure 3.3

3.1 IMMEUBLE COMMERCIAL / DE VENTE AU DÉTAIL À UN ÉTAGE AVEC PANNEAUX À REVÊTEMENT TRAVAILLANT

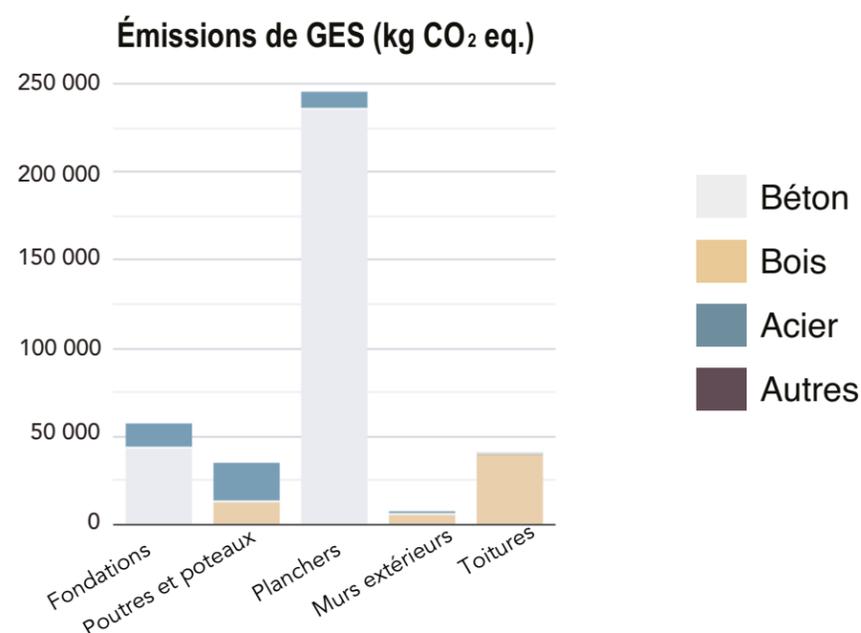
À 150 pi (45,72 m) de largeur et 270 pi (82,30 m) de longueur, et avec une hauteur libre de 20 pi 7 po (6,30 m) de la dalle de béton à la sous-face des panneaux de toit¹⁰, ce bâtiment présente les mêmes caractéristiques que les bâtiments à un étage abritant un usage principal du groupe E¹¹ (Établissements commerciaux) qui sont typiquement construits en acier et que l'on retrouve dans les mégacentres commerciaux un peu partout au pays. Avec une aire de plancher et emprise au sol totale de 40 500 pieds carrés (3 762,75 m²), ce plan de construction comporte une charpente en ossature légère et en gros bois d'œuvre, élaboré selon un quadrillage de 30 pi (9,15 m), ce qui procure un maximum de flexibilité pour l'aménagement de l'espace intérieur.

Les murs extérieurs sont des murs de contreventement, qui sont montrés ici avec des montants (installés à 16 po ou 400 mm d'entraxe), des lisses et des sablières en bois de sciage 2x8, un revêtement extérieur fait de panneaux structuraux (à copeaux orientés (OSB) ou en contreplaqué) et un revêtement intérieur fait de cloisons sèches ou d'un autre matériau. Les joints des panneaux horizontaux sont supportés par des entremises horizontales installées à 4 pi (1 220 mm) d'entraxe. Ces panneaux peuvent être préfabriqués hors site et les matériaux isolants peuvent être installés avant la livraison. Les poteaux de bois en placage stratifié (LVL) sont intégrés aux murs afin de supporter les charges exercées par les poutres de toiture.

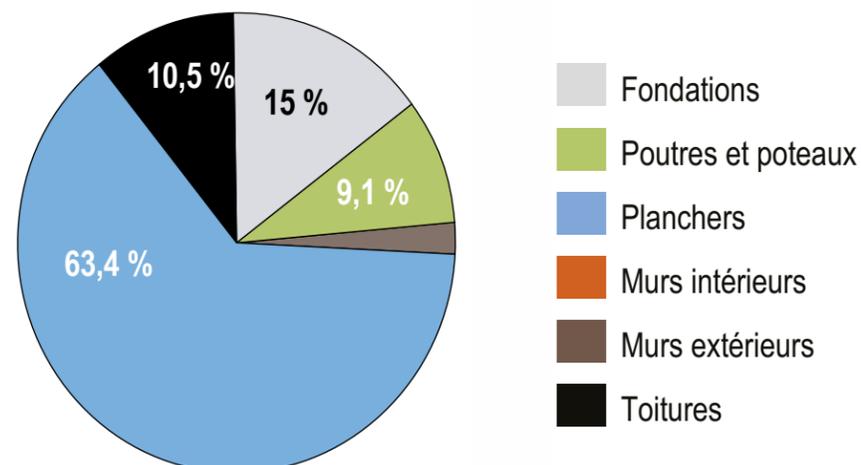
Les murs sont montés sur un muret de béton de 7 po (178 mm) de hauteur, les montants en bois de sciage de 20 pi (6,10 m) de longueur étant les plus longs couramment offerts sur le marché. (Ces murs pourraient également être construits entièrement à partir de montants en LVL s'il était impossible de se procurer des montants de bois de sciage de 20 pi de longueur dans un rayon de distance raisonnable du chantier.) Les longueurs des murs de contreventement extérieurs sont telles qu'elles permettent l'installation de grandes surfaces vitrées.

Comme illustré ici, les poteaux intérieurs sont des poteaux d'acier en profilé de charpente creux (HSS) de 8x8 po (203x203 mm). Cette option est privilégiée par de nombreux promoteurs immobiliers en raison de leur résistance supérieure aux dommages et de leur plus petit format comparativement à des poteaux en bois lamellé-collé. Une solution utilisant des poteaux en bois lamellé-collé a toutefois été mise au point : celle-ci implique que les poteaux soient fixés par des sabots en acier encastrés dans des pilastres en béton.

Les poteaux supportent les poutres de toit principales en bois lamellé-collé qui traversent le bâtiment sur sa longueur. Ces poutres sont conçues selon le système Gerber¹², c'est-à-dire que les poutres maîtresses sont installées



Répartition des émissions de GES



Un sommaire du calcul des GES est présenté à l'annexe 4.4

en travées alternées avec un porte-à-faux d'environ 4 pi (1 200 mm) à chaque extrémité, et que des étriers en acier sont utilisés pour supporter les poutres secondaires de moindre profondeur. La taille des poutres en bois lamellé-collé indiquées sur les dessins est établie en fonction de la valeur de résistance standard la plus faible, ce qui signifie que les matériaux appropriés devraient être accessibles dans toutes les régions du pays. Si des matériaux à résistance plus élevée sont exigés, il est possible d'opter pour des poutres moins profondes que celles qui sont illustrées.

Les poutres servent de support aux panneaux à revêtement travaillant préfabriqués de 30 pi (9,15 m) de longueur par 8 pi (2,44 m) de largeur. Ces panneaux sont constitués de poutres en LVL espacées à 32 po (813 mm) d'entraxe, surmontées de panneaux de contreplaqué de 1 1/8 po (28,5 mm) d'épaisseur. La préfabrication permet que l'isolant soit installé sur les panneaux avant que ceux-ci soient expédiés sur le chantier. Les panneaux peuvent ensuite être soulevés et installés en un seul mouvement de grue. Les poutres sont installées plus haut et plus bas sur des axes alternés afin de créer une pente favorisant le drainage. Des dormants effilés sont utilisés tout le long du périmètre afin d'assurer une assise continue aux nervures de rive LVL.

Comme le montrent les détails ci-inclus, l'assemblage de toiture est composé d'un pare-air / vapeur posé directement sur les panneaux de toiture, suivi d'un isolant rigide et d'une membrane étanche sur le dessus. Pour une meilleure protection contre les intempéries pendant la construction, une membrane imperméable peut être installée en usine sur les panneaux de toit, avec des bandes excédentaires qui peuvent être rapidement superposées et scellées sur place. Un isolant rigide et un ballast posé sur le dessus créeraient alors un assemblage de toiture chaude.

Les dessins indiquent également un auvent horizontal à l'extérieur qui fait le tour d'un coin du bâtiment. L'auvent est supporté par une structure en bois lamellé-collé et est charpenté en éléments en bois 2x8 (38x184 mm) à 24 po (610 mm) d'entraxe. Le coût installé de la structure pour ce projet est de l'ordre de 30 à 35 \$ le pied carré.

Une alternative aux panneaux à revêtement travaillant montrés dans les dessins serait d'utiliser des fermes en bois standards avec connecteurs métalliques. Celles-ci devraient probablement être un peu plus profondes afin de fournir la même résistance et la même rigidité que les panneaux à revêtement travaillant, mais pourraient probablement être maintenues moins profondes que les poutres de support en lamellé-collé GB1 montrées sur les dessins. Elles pourraient être conçues de façon à prendre appui sur leurs membrures supérieures au niveau des poutres pour éviter d'ajouter à la hauteur totale du bâtiment. Le coût installé de la structure ainsi modifiée pour ce projet est de l'ordre de 21,5 à 25,5 \$ le pied carré.

¹⁰ La hauteur libre jusqu'à la structure du toit est moindre et sera déterminée en fonction de la profondeur des poutres en bois lamellé-collé.

¹¹ L'usage principal du groupe E, Établissements commerciaux, englobe les bâtiments qui sont utilisés, en tout ou en partie, pour l'étalage ou la vente de marchandises ou de denrées au détail.

¹² Le nom du système Gerber tire son origine de son inventeur Heinrich Gottfried Gerber, un professeur d'ingénierie de Munich. Les poutres Gerber comportent des rotules près des points d'inflexion d'une poutre continue, réduisant ainsi les moments fléchissants, sans les contraintes secondaires engendrées par un mouvement des appuis dans les poutres continues.



Mass Timber Low-Rise Commercial

Block #1 Project Identification

Project Name	Design	Fast Study Retail
Code Classification	Group E (Merchandise)	
Number of Storeys	Fooyard	40,894 sf / 3,762 m ²
Structural System	Steel Frame with Glulam Beams, Plywood Exterior ShearWall & Bearing Wall System, Stressed Skin Panel Roof System	

Block #2 Project Description

Building Size	40,894 sf / 3,762 m ²	Building Height	1 Storey
Fire Rating	N/A	Maximum Height	Unsprinkled: N/A Sprinkled: 7,200 m ²
Roof loading and deflection	Dead Load=1.5 kPa Snow Load=2.3 kPa Wind Load Deflection=4,740 Total Load Deflection=4,740		
Structural system description	Stressed Skin Panels on Glulam Gable Gable System, 30' x 30' typical bay		
WPS Description	Plywood Shearwall: 80'-0", 80'-1.1" Shear Wall: 11'		

NBC 2015 Analysis

3.2.2.67 Group E, Up To 3 Storeys, Sprinkled

Sprinkled (KNS)	Yes
Storeys	1
Max Building Area (m ²)	7,200 m ²
Construction	Combustible
Floor Assemblies	45 min FRB
Mass Timber	45 min FRB
Loadbearing Walls, Columns and Arches	45 min FRB or non-combustible wood
Supporting an assembly required to have a fire-resistance rating	None

*Loadbearing walls in this project will not be required to meet these FRB. Walls do not supporting loaded roof assembly.



Figure 3.1.1.

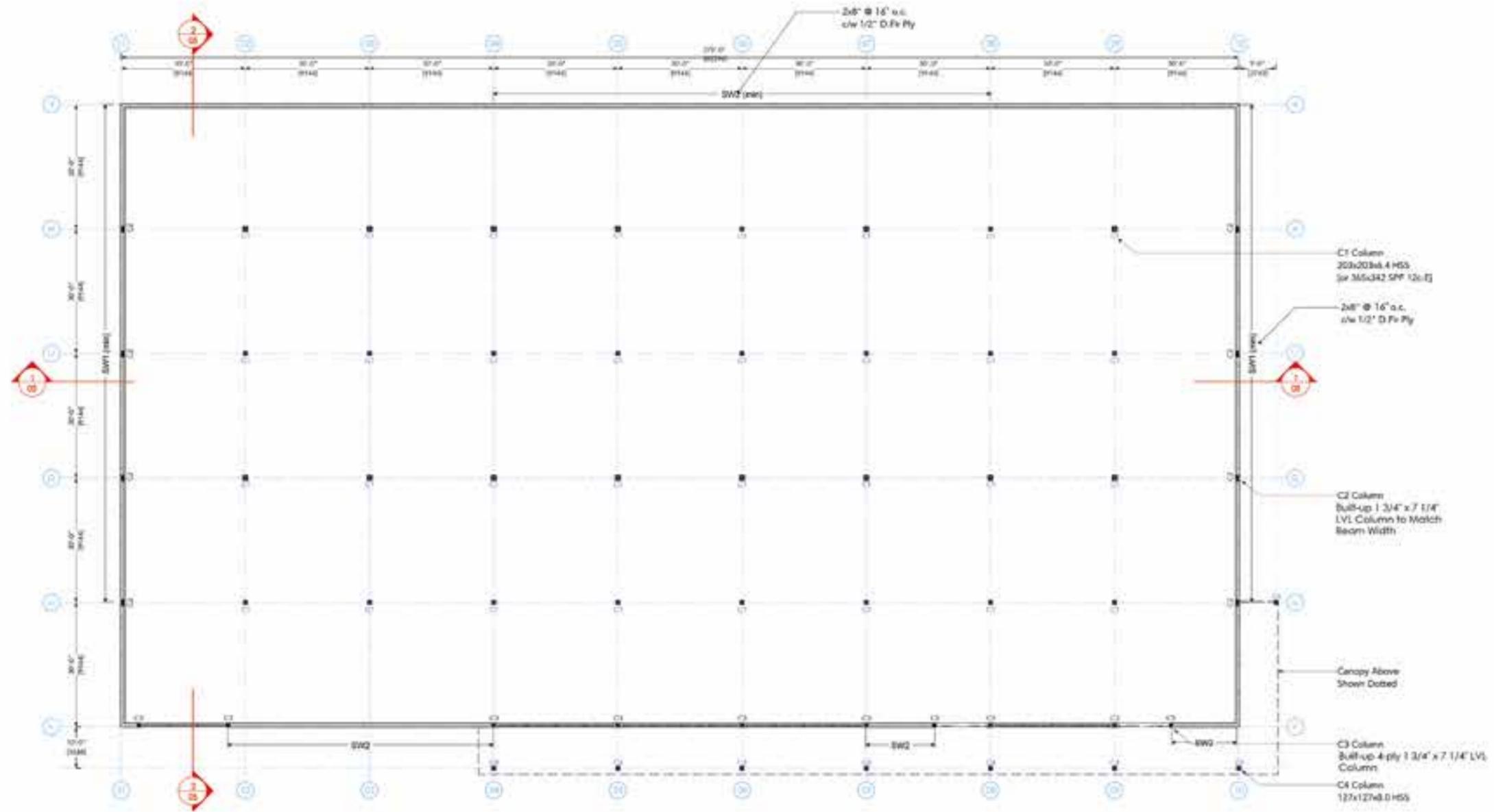
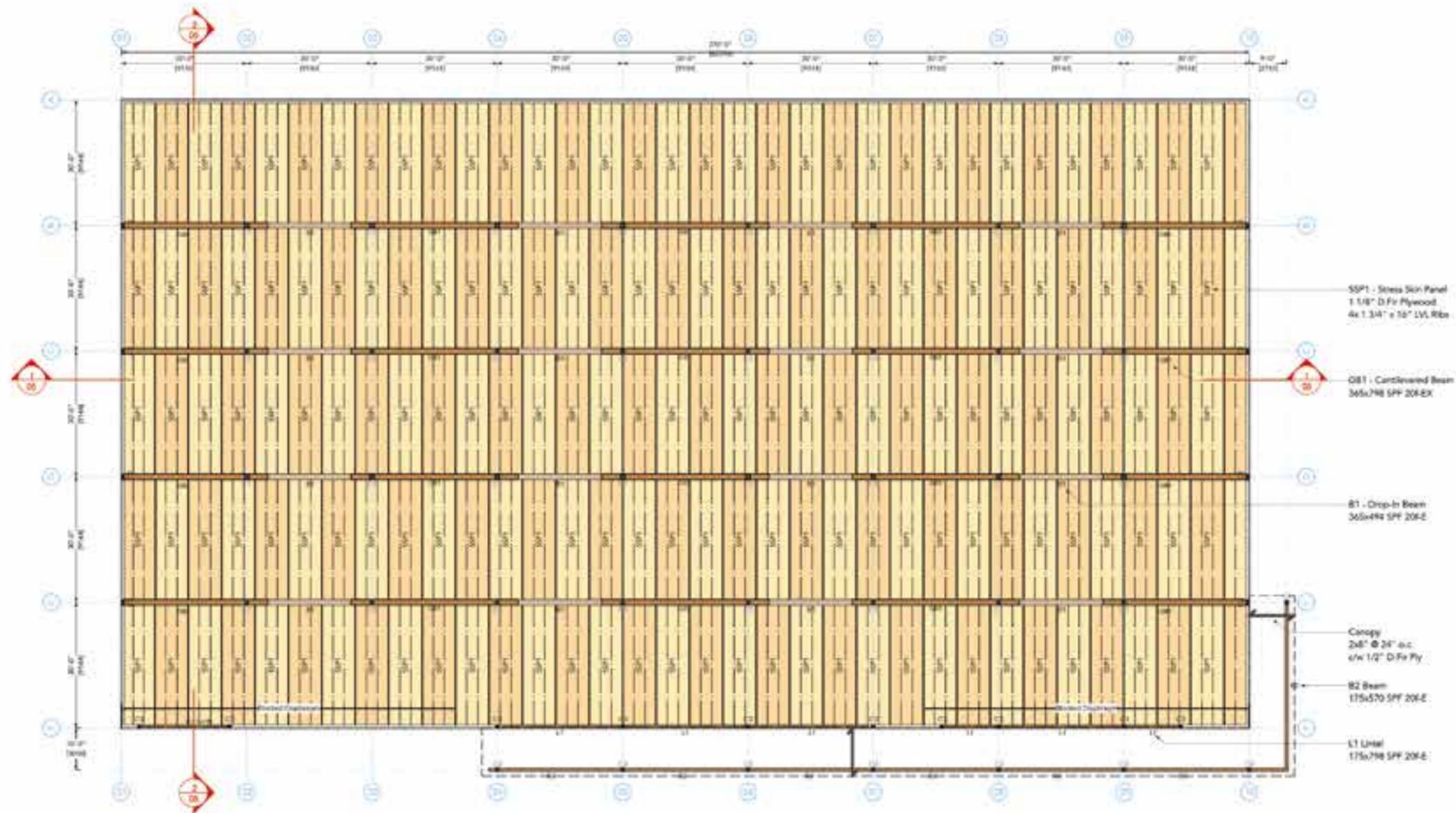


Figure 3.1.2.



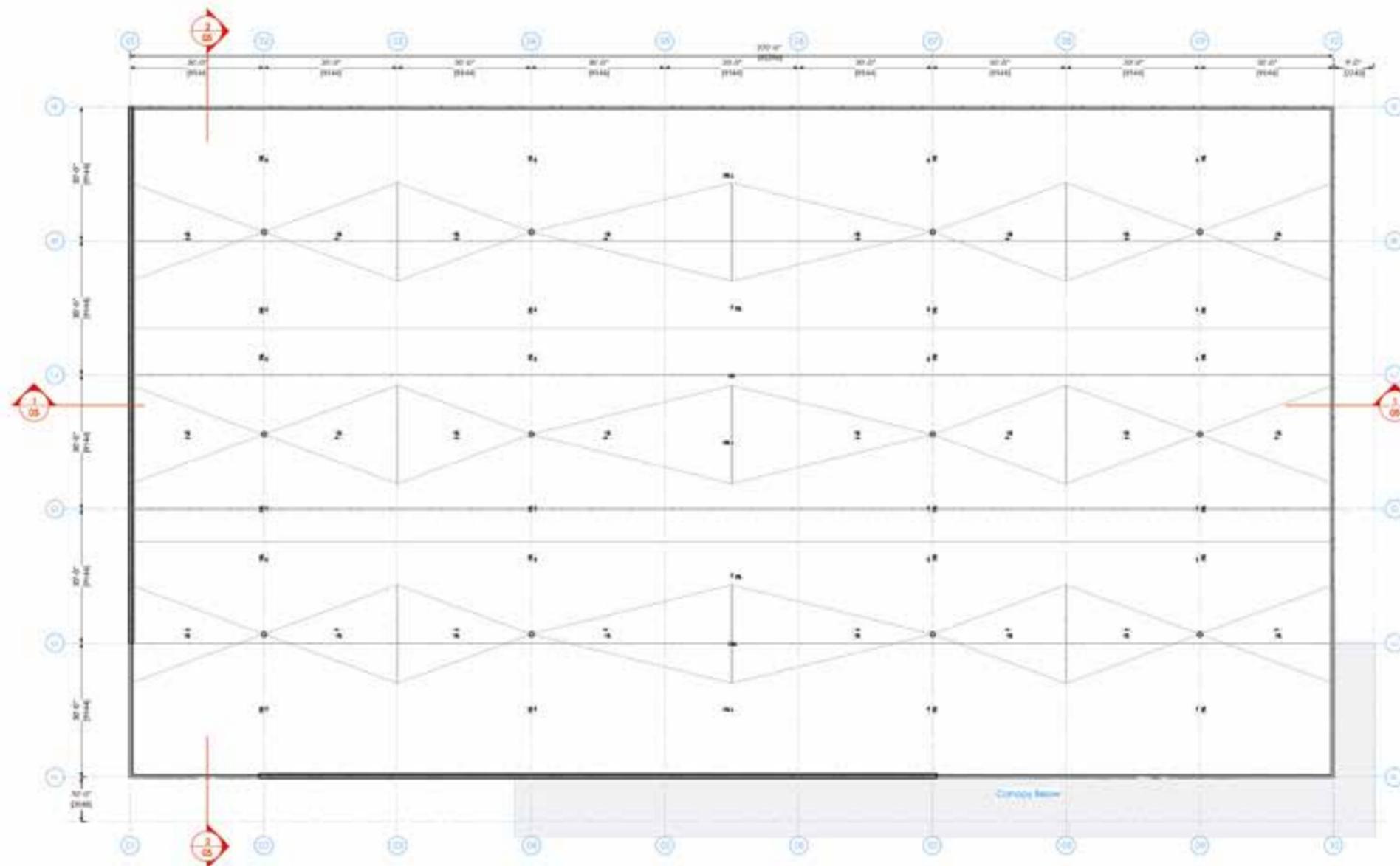


Figure 3.1.4.

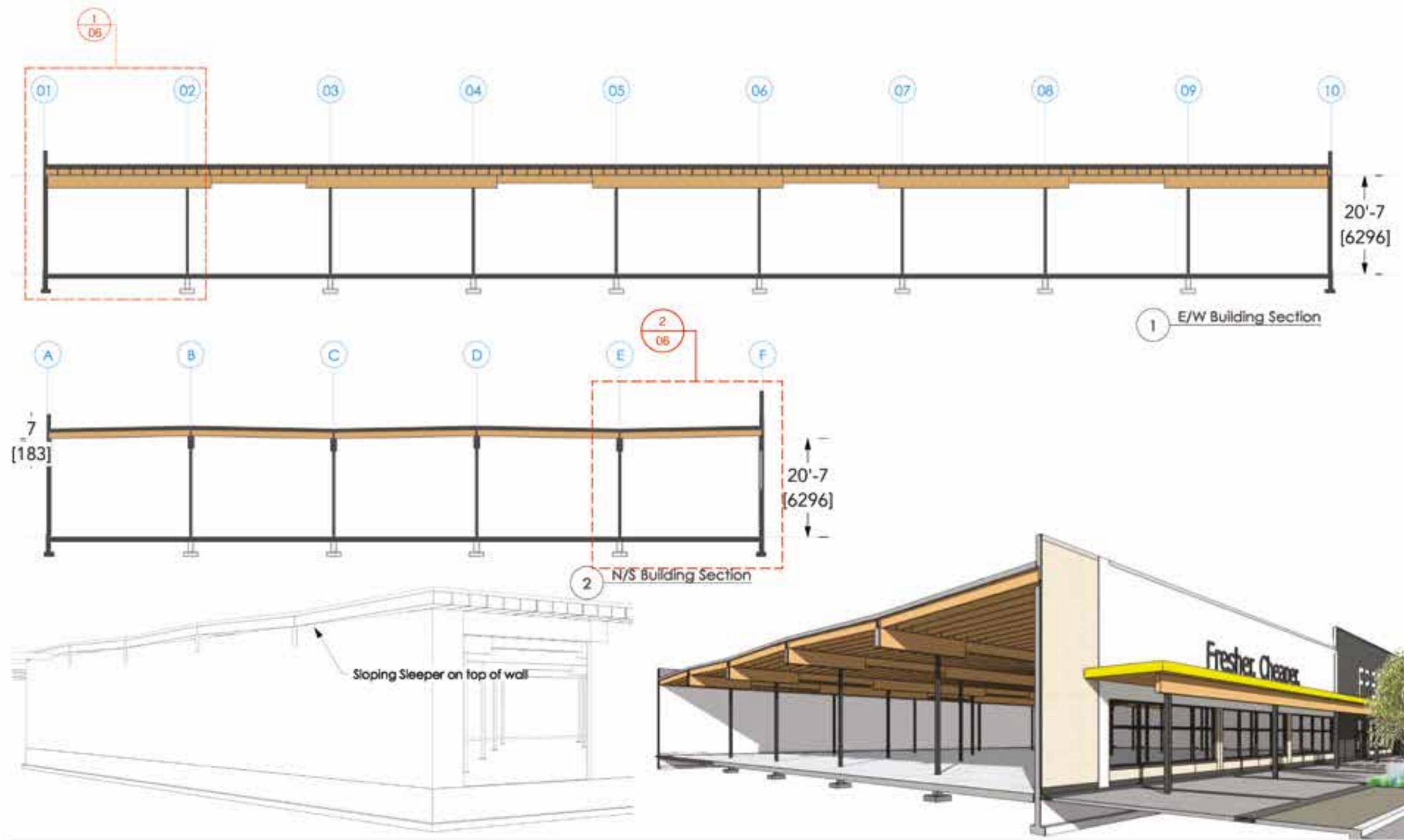


Figure 3.1.5.

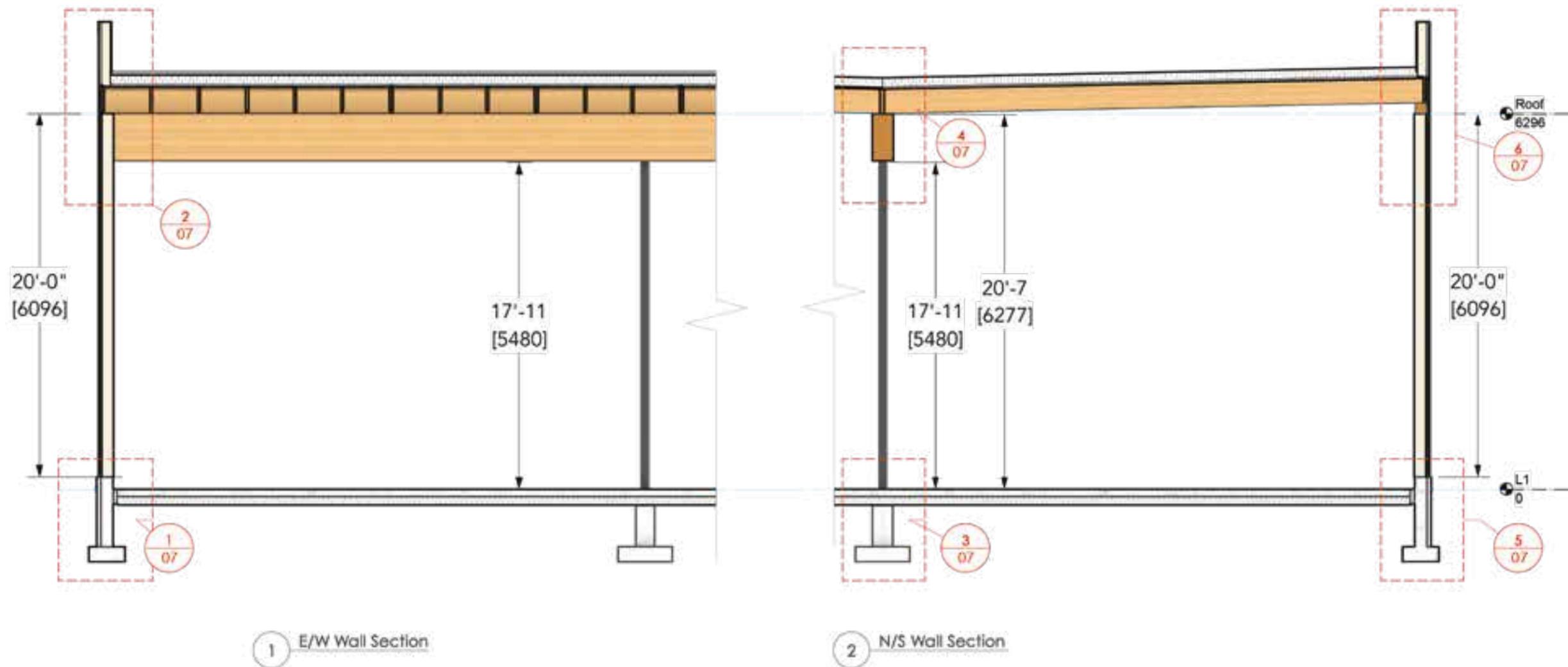


Figure 3.1.6.

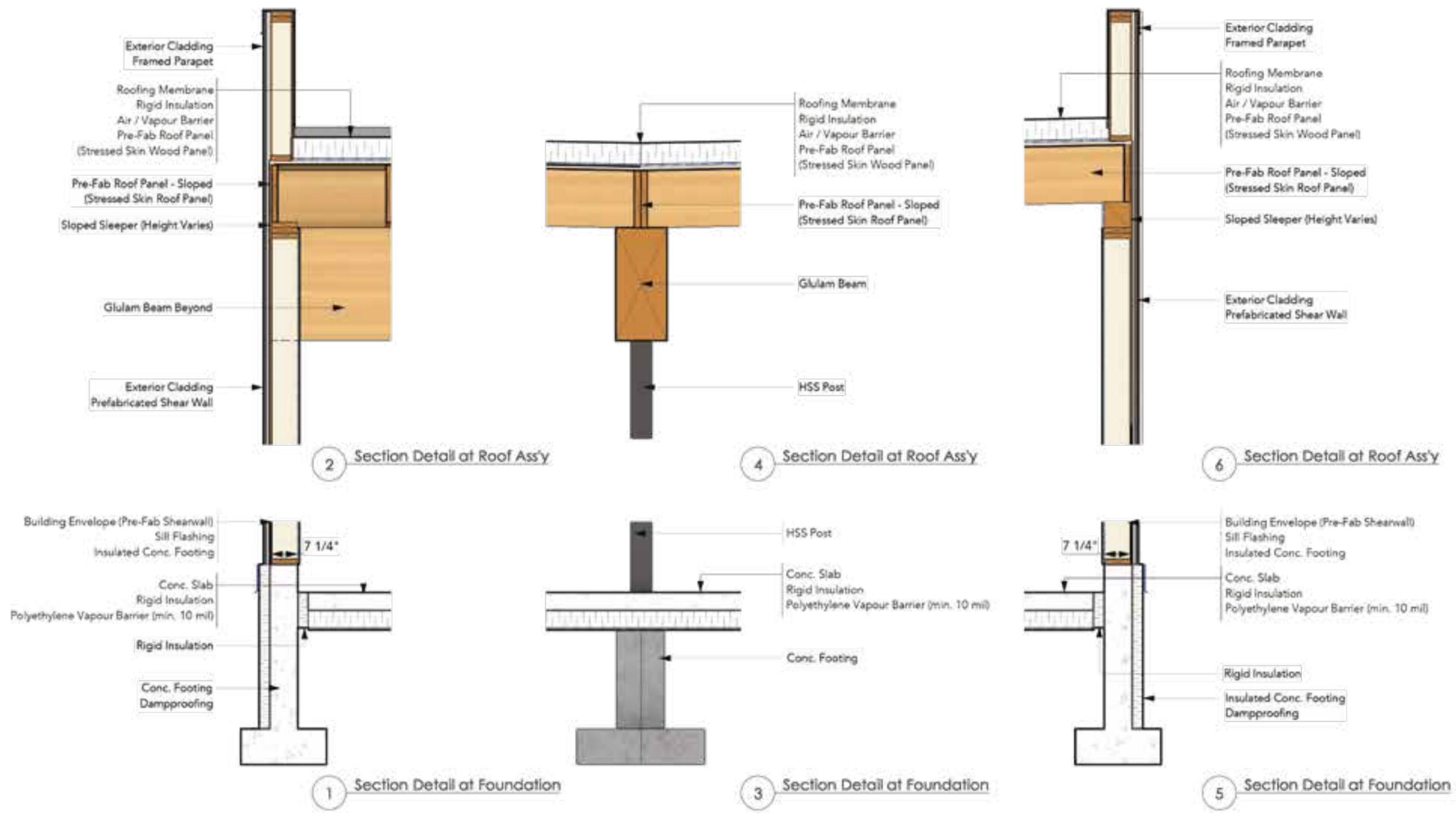


Figure 3.1.7.

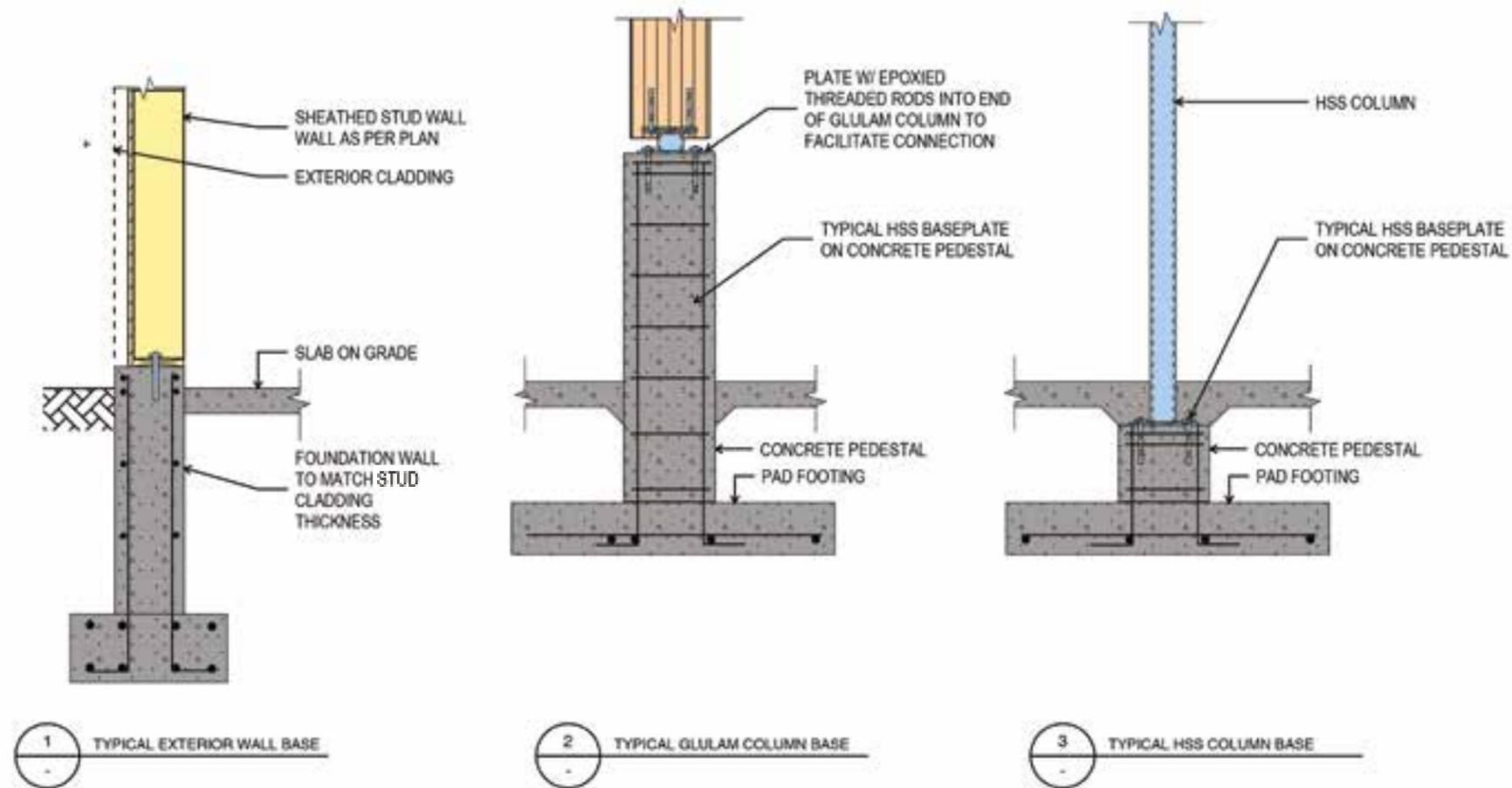


Figure 3.1.8.

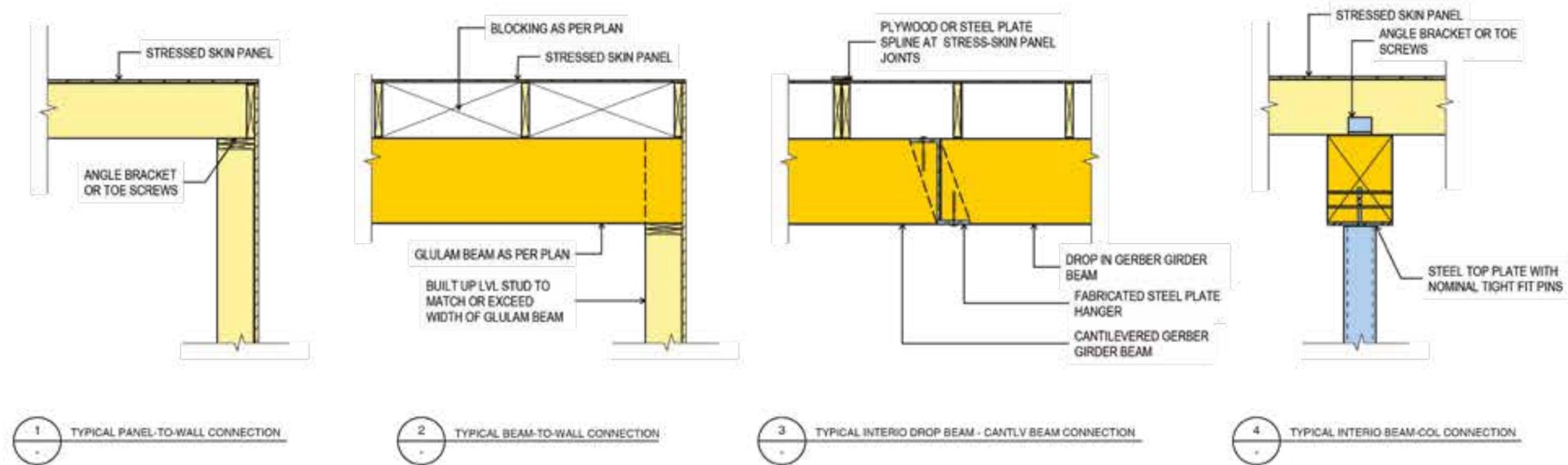


Figure 3.1.9.

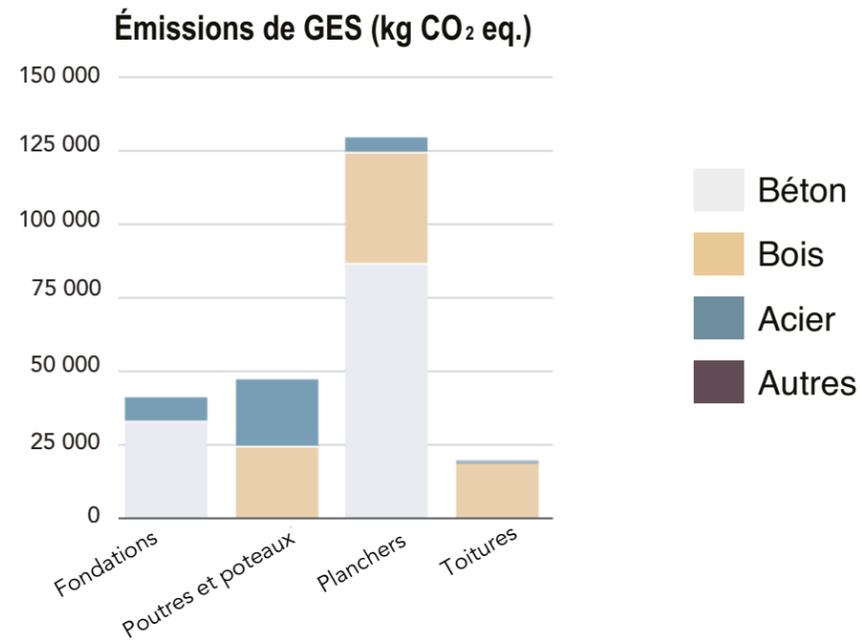
3.2 IMMEUBLE DE BUREAUX / VENTE AU DÉTAIL AVEC PANNES COMPOSITES EN LAMELLÉ-COLLÉ ET CLT SUR POUTRES GERBER

Cette structure prototype de bureaux / vente au détail de 3 étages se caractérise par son grand plan d'étage ouvert, par les contreventements diagonaux spectaculaires autour de son périmètre, et par un noyau de circulation et de service rectangulaire, qui peut être décalé par rapport au centre du plan car il ne fait pas partie du système de résistance aux forces latérales du bâtiment. La longueur totale du bâtiment est de 152,2 pi (46,38 m) et la largeur totale de 102,00 pi (31,09 m). La superficie au sol du bâtiment se situe ainsi à moins de 2 % du maximum de 16 146 pieds carrés (1500 m²) autorisé par le Code du bâtiment.

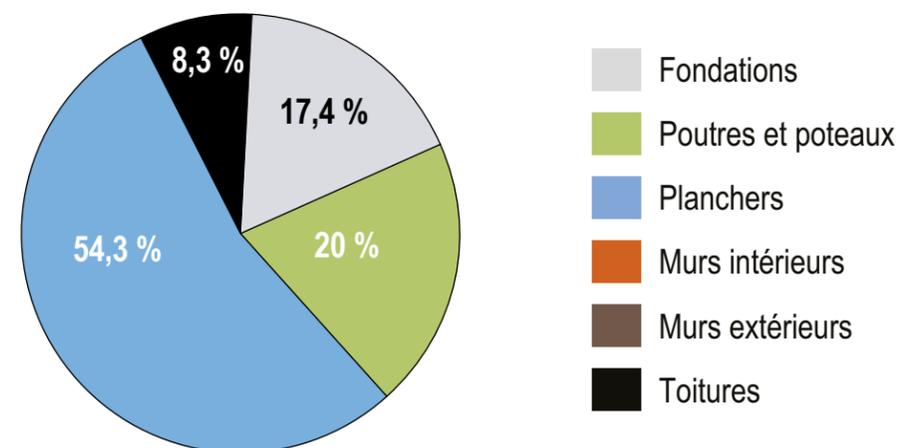
Tel qu'illustré, le système de résistance aux charges de gravité pour la structure comprend des poteaux primaires en bois lamellé-collé de 14-3/8x15 po (365x380 mm) sur un quadrillage de structure de 25x25 pi (7,62x7,62 m). Les poutres principales de plancher en lamellé-collé ont une profondeur de 26,75 po (680 mm) et sont parallèles à la longueur du bâtiment. Ces poutres sont conçues selon le système de poutres Gerber¹³ les poutres principales étant jumelées dans des travées alternées et en porte-à-faux d'environ 4 pi (1 200 mm) dans les baies adjacentes.

Ici, les poutres jumelles sont coupées court et la portion centrale de la baie est supportée par une poutre simple en bois lamellé-collé moins profonde dont les extrémités sont insérées entre les poutres jumelles. Le chevauchement des poutres en bois lamellé-collé jumelles et simples se produit aux points où le moment fléchissant serait proche de zéro pour des poutres continues, augmentant ainsi l'efficacité de la poutre. La réduction des contraintes à mi-portée qui en résulte permet de remplacer les poutres jumelles par une poutre simple moins profonde. La connexion du segment de la poutre simple est facilitée grâce aux poutres jumelles de chaque côté de la travée suspendue. Les poutres jumelles reposent sur des épaulements découpés dans chaque côté des poteaux dont la longueur est équivalente à la pleine hauteur d'étage. L'assemblage bout-à-bout des poteaux est facilité par un sabot en acier, utilisé afin d'éliminer le transfert des charges de gravité perpendiculairement au fil. Les poteaux sont fixés en haut et en bas avec des tiges d'acier encastrées, collées à l'époxy dans le fil d'extrémité.

L'autre composant majeur du système de résistance aux charges de gravité réside dans l'effet composite entre le CLT et les pannes de plancher et de toit en bois-lamellé-collé. Chaque panneau composite est constitué d'un panneau CLT avec 2 nervures en lamellé-collé reliées par des vis autotaraudeuses inclinées. Ces panneaux, d'une largeur de 8,0 pi (2,44 m) et d'une longueur



Répartition des émissions de GES



Un sommaire du calcul des GES est présenté à l'annexe 4.4

de 25 pi (7,62 m), sont déposés entre les poutres Gerber, et le panneau en CLT prend appui sur le dessus des poutres. Les panneaux composites adjacents sont assemblés au moyen d'une languette en contreplaqué et l'assemblage entier est fixé au moyen de vis partiellement filetées qui sont vissées à travers le CLT aux poutres en dessous aux emplacements des supports.

La combinaison des poutres Gerber et des panneaux composites se traduit par une profondeur de la trame structurale beaucoup moins profonde que ce ne serait le cas avec les systèmes traditionnels de poutres, pannes et panneaux. Les panneaux de plancher sont présentés ici avec une chape en béton de 1 ½ po (38 mm) sur une membrane élastique qui réduit à la fois la transmission des bruits aériens et d'impact et pourrait également accueillir un système de chauffage par rayonnement si désiré. L'assemblage de la toiture utilise les mêmes panneaux composites de CLT et de lamellé-collé, mais a ensuite un pare-air / vapeur installé sur le dessus, suivi d'une isolation à pente intégrée et d'une membrane imperméable.

Le système de résistance aux forces latérales montré ici comprend des contreventements en lamellé-collé, situés dans deux travées consécutives dans les murs extérieurs sur les élévations longues et courtes du bâtiment. Ces contreventements sont alignés verticalement et sont présents à chaque étage. Les extrémités des poutres sont reliées à la charpente principale au moyen de plaques en acier et de goujons ajustés, le tout conçu de manière à fournir la ductilité nécessaire pour dissiper les forces latérales (qu'elles soient dues aux vents ou aux séismes) et empêcher la rupture des éléments en bois. L'espacement régulier de ces contreventements fournit la stabilité de torsion requise pour ce bâtiment, permettant aux baies d'angle d'être entièrement vitrées sur toutes les élévations, si désiré.

Puisque le système structural en bois massif offre le degré de résistance au feu requis de 45 minutes sans avoir besoin d'encapsulation, l'intérieur du bâtiment bénéficie du caractère visuel chaleureux du bois exposé. Les travées dans lesquelles se trouvent les segments de poutres Gerber peu profondes ont des plafonds plus hauts au centre de la portée. La différence de profondeur entre les poutres primaires et intercalaires est assez suffisante pour permettre que les systèmes mécaniques puissent être distribués perpendiculairement aux poutres sans réduire la hauteur du plafond.

Le fait que le noyau de circulation et de service ne soit pas structural signifie que (dans les paramètres des distances maximales aux sorties prescrites par le Code) le noyau peut être localisé en fonction de l'organisation spatiale du lieu. Le coût installé de la structure pour ce projet est de l'ordre de 34 à 48 \$ le pied carré.

¹³ Le nom du système Gerber tire son origine de son inventeur Heinrich Gottfried Gerber, un professeur d'ingénierie de Munich. Les poutres Gerber comportent des rotules près des points d'inflexion d'une poutre continue, réduisant ainsi les moments fléchissants, sans les contraintes secondaires engendrées par un mouvement des appuis dans les poutres continues.



Mass Timber Low-Rise Commercial

Block #1 Project Identification

Project Name:	Usage:	First Storey Retail, Second and Third storey Office	
Code Classifications:	Group E (Mercantile) Group D (Office / Personal Services)		
Number of Storeys:	3	Footprint:	15,758 sf 1,464 m ²
Structural System:	Glulam Post and Beam, Timber Braced Frame, CLT Floor System		

NBC 2015 Analysis

3.2.2.60 Group D, Up To 3 Storeys

Sprinklered (Y/N):	No		
Storeys:	3		
Max Building Area:	Facing 1 Street:	1,600 m ²	
	Facing 2 Streets:	2,000 m ²	
	Facing 3 Streets:	2,400 m ²	
Construction:	Combustible		
Floor Assemblies:	45 min FRR		
Mezzanines:	45 min FRR		
Roof Assemblies:	45 min FRR		
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRR or noncombustible const.		

3.2.2.66 Group E, Up To 3 Storeys

Sprinklered (Y/N):	No		
Storeys:	3		
Max Building Area (m ²):	Facing 1 Street:	800 m ²	
	Facing 2 Streets:	1,000 m ²	
	Facing 3 Streets:	1,500 m ²	
Construction:	Combustible		
Floor Assemblies:	45 min FRR		
Mezzanines:	45 min FRR		
Roof Assemblies:	45 min FRR		
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRR or noncombustible const.		

Figure 3.2.1.



Mass Timber Low-Rise Commercial

Block #2 Project Description

Building Size:	47,275 sf / 4,392 m ²	Building height:	3 Storeys
Fire Rating:	45 min	Maximum footprint:	Unsprinklered: 1,500 m ² Sprinklered: 4,800 m ²
Roof loading and deflection:	Dead Load=1.5 KPa Snow Load=2.3 Kpa Snow Load Deflection=L/240 Total Load Deflection=L/180	Floor loading and deflection:	Dead Load=3.0 KPa Live Load=2.4 Kpa Live Load Deflection=L/420 Total Load Deflection=L/180
Structural system description:	Panel-Purlin System, 25' x 25' typical bay		
SFRS Description (indicate RdRo factor used):	Moderately Ductile Timber Braced Frame - Rd=2.0, Ro=1.5 Site Class D		

NBC 2015 Analysis

3.2.2.61 Group D, Up To 3 Storeys, Sprinklered

Sprinklered (Y/N):	Yes
Storeys:	3
Max Building Area (m ²):	4,800 m ²
Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRR
Mezzanines:	45 min FRR
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRR or noncombustible const.

3.2.2.67 Group E, Up To 3 Storeys, Sprinklered

Sprinklered (Y/N):	Yes
Storeys:	3
Max Building Area (m ²):	2,400 m ²
Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRR
Mezzanines:	45 min FRR
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRR or noncombustible const.

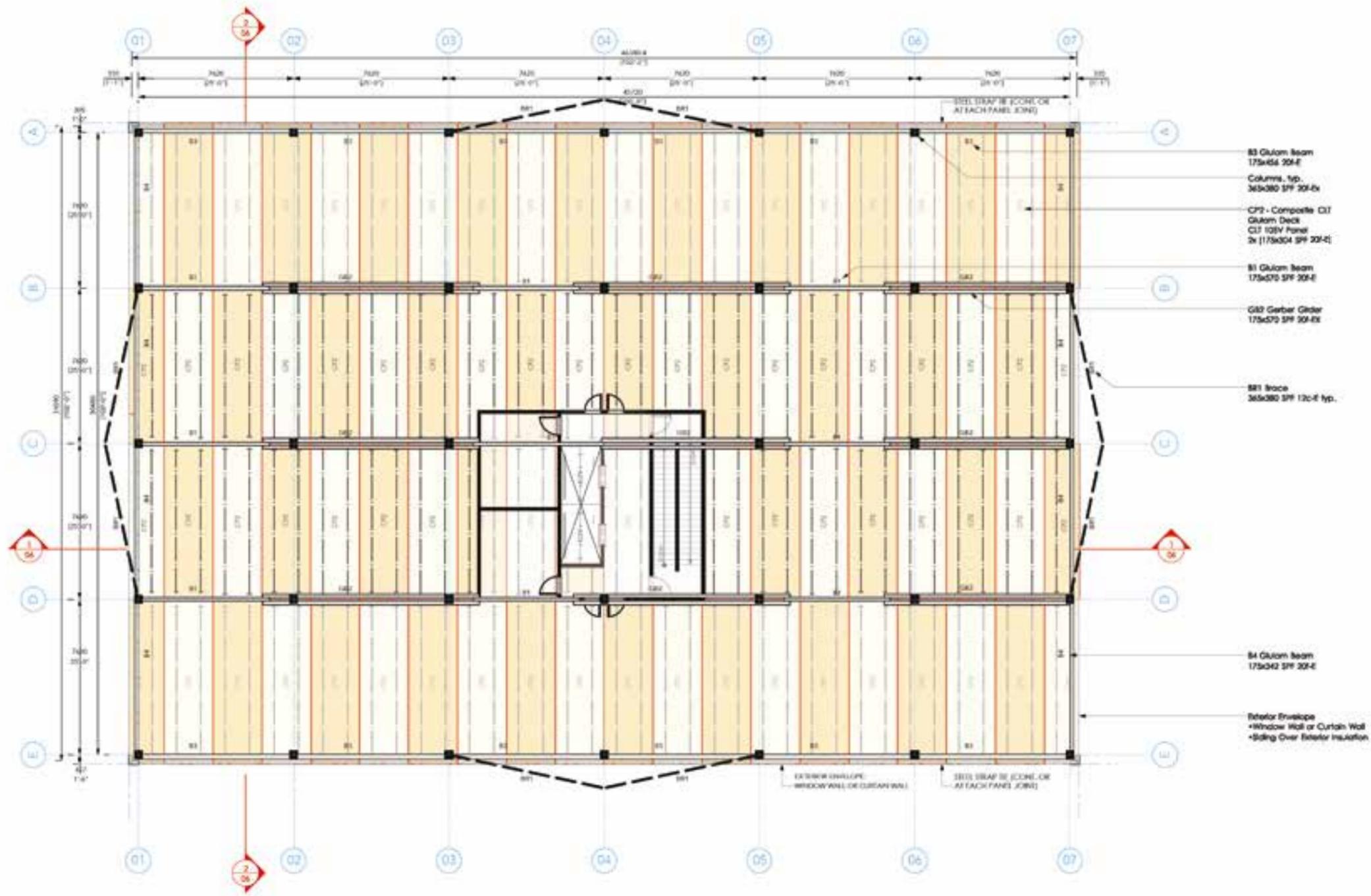


Figure 3.2.4.

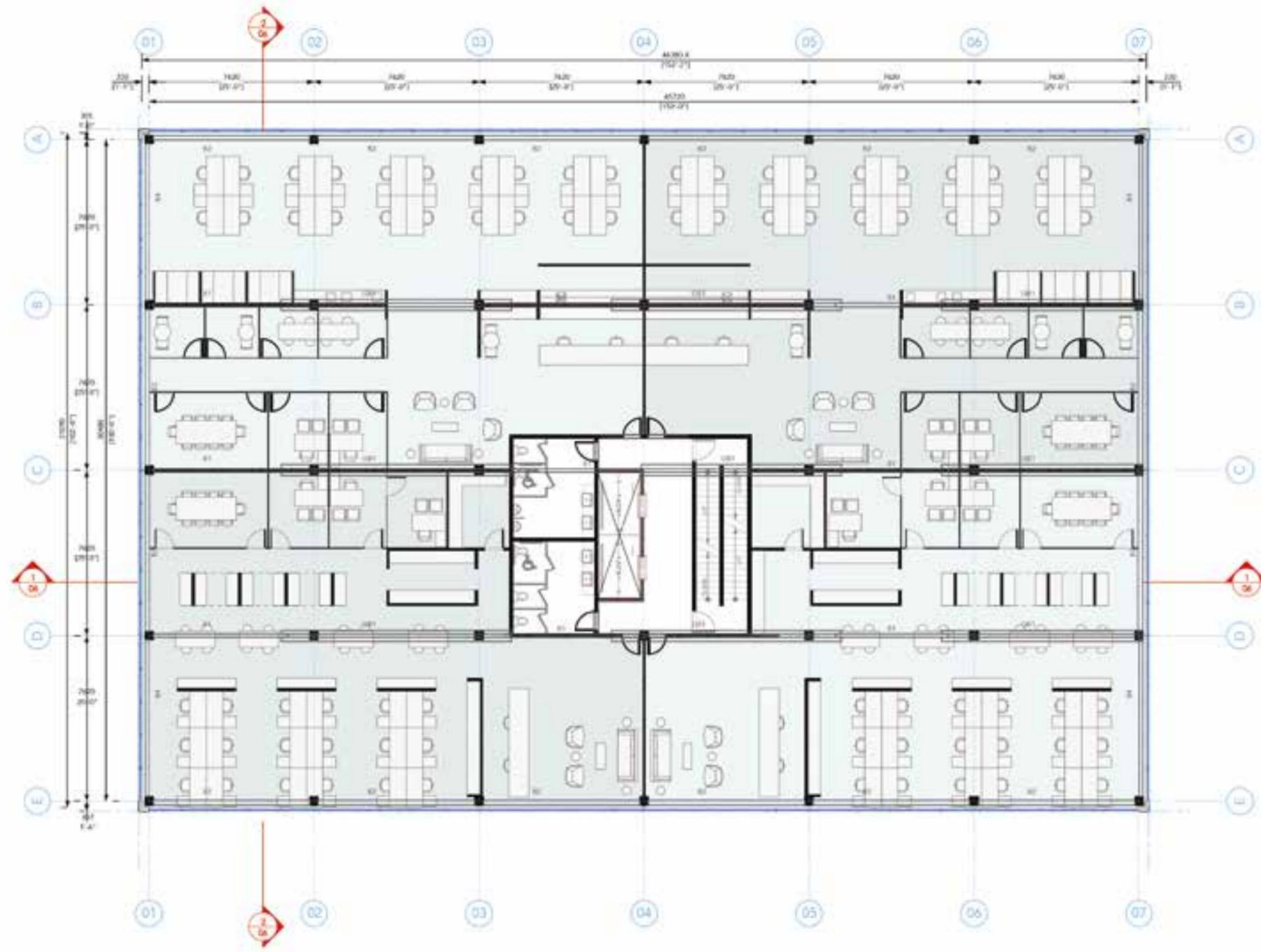


Figure 3.2.3.

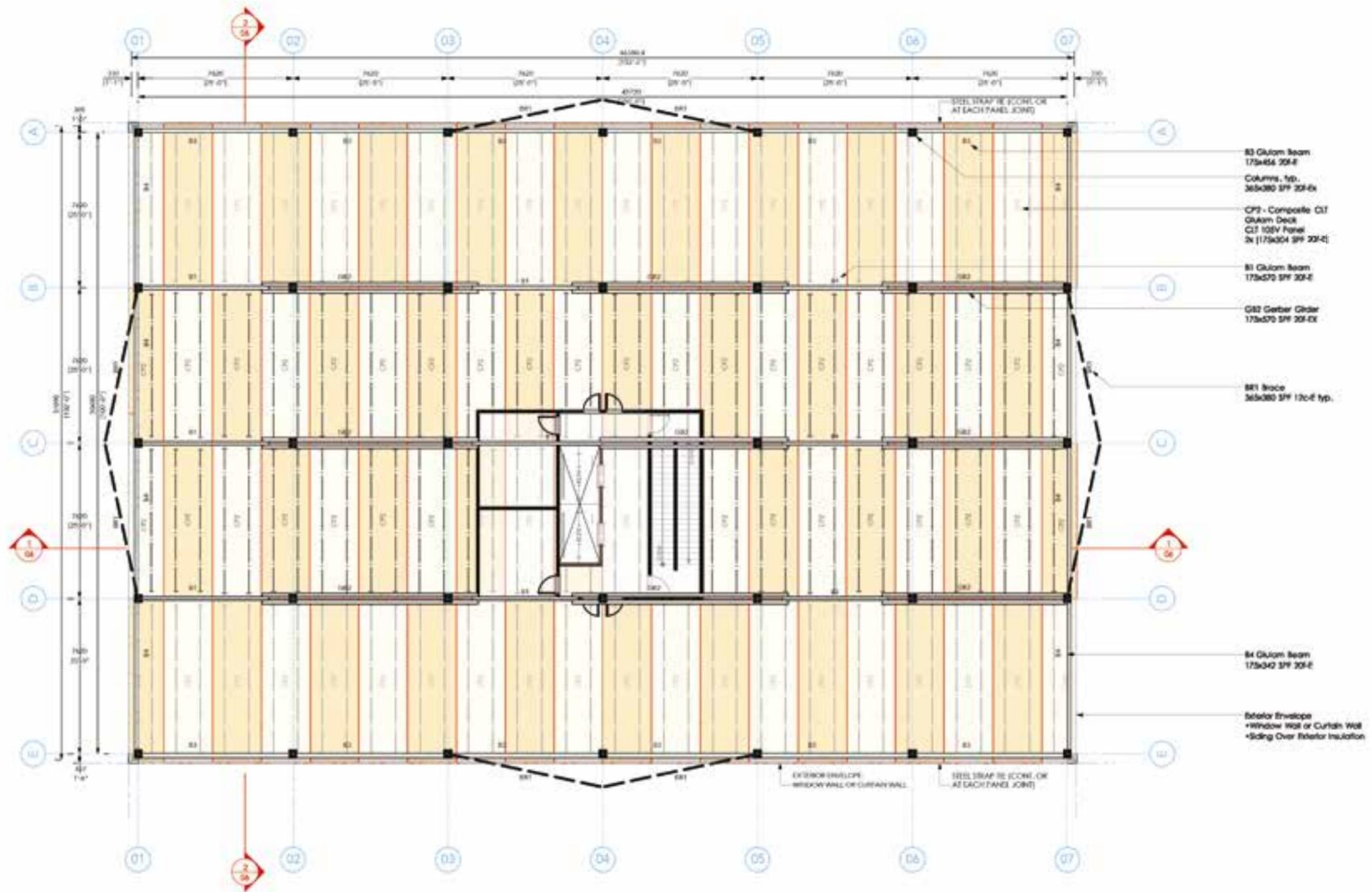


Figure 3.2.4.

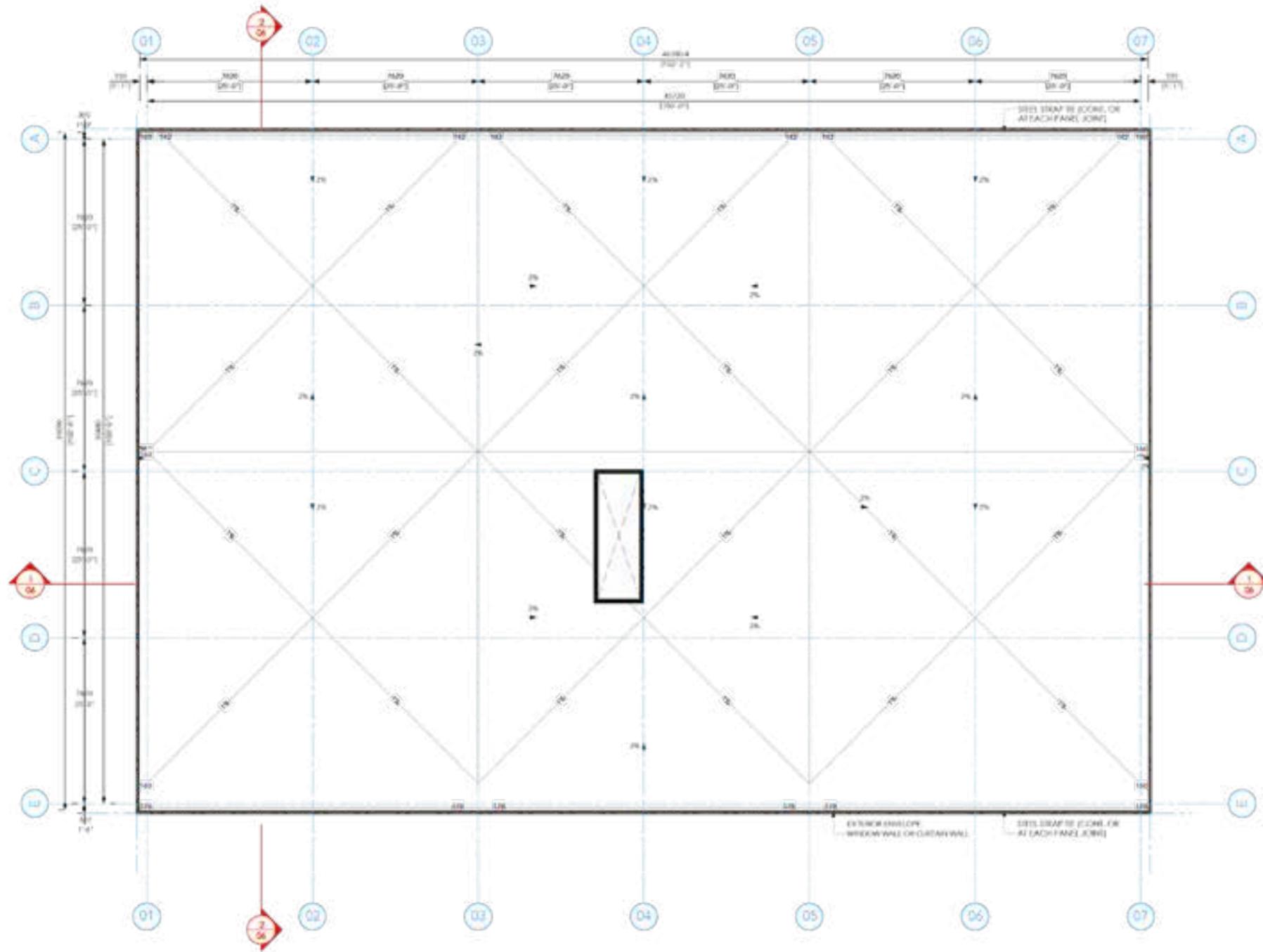
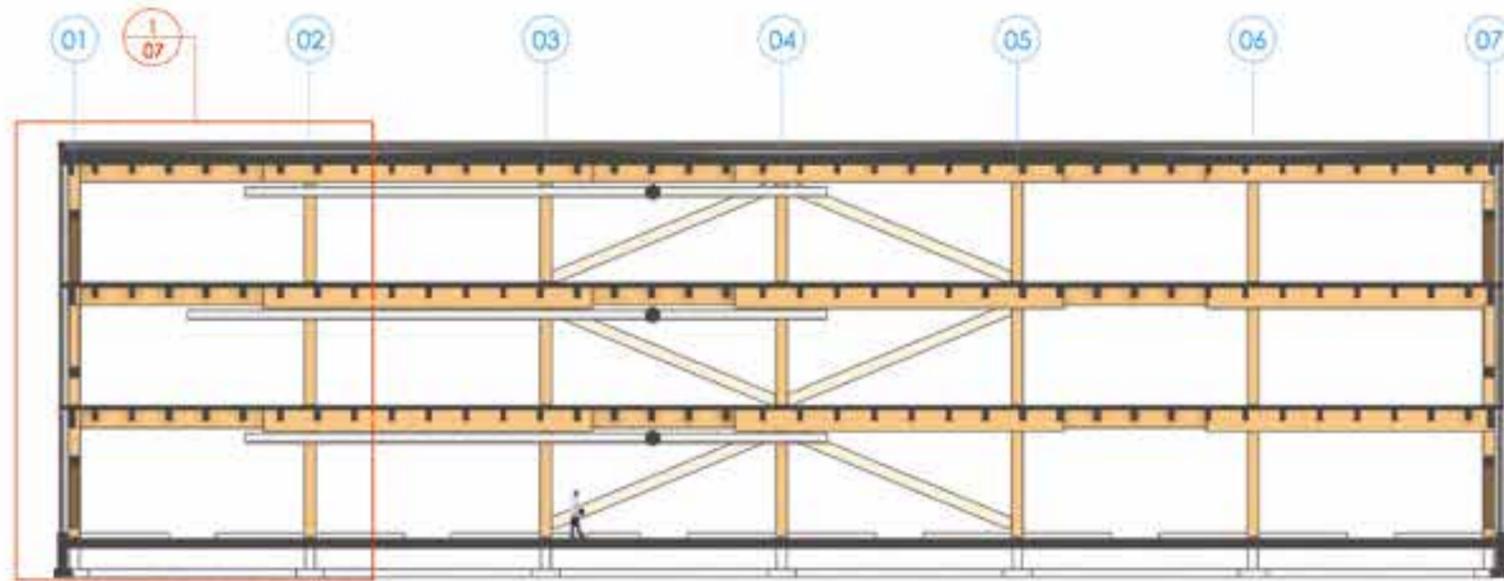
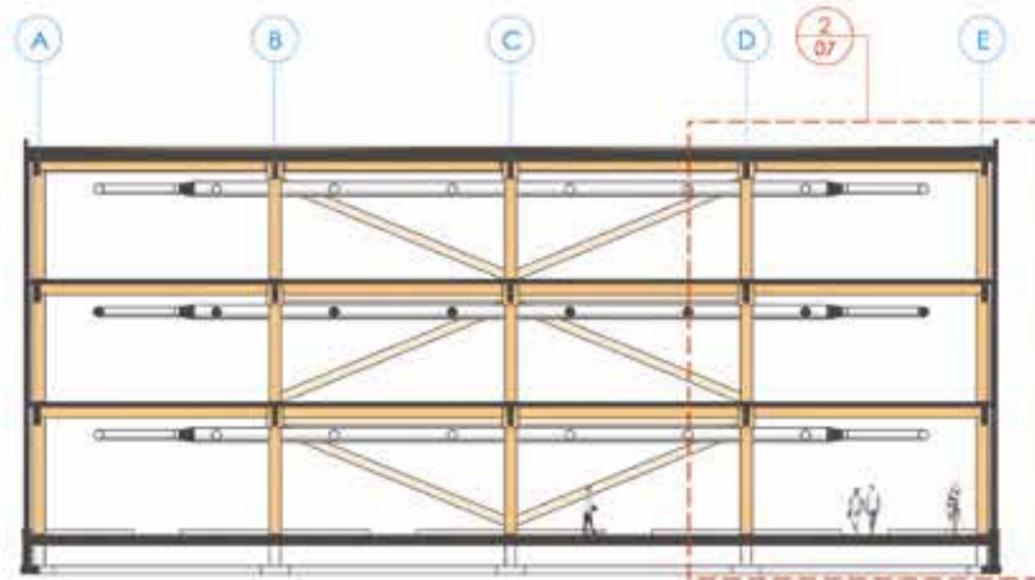


Figure 3.2.5.



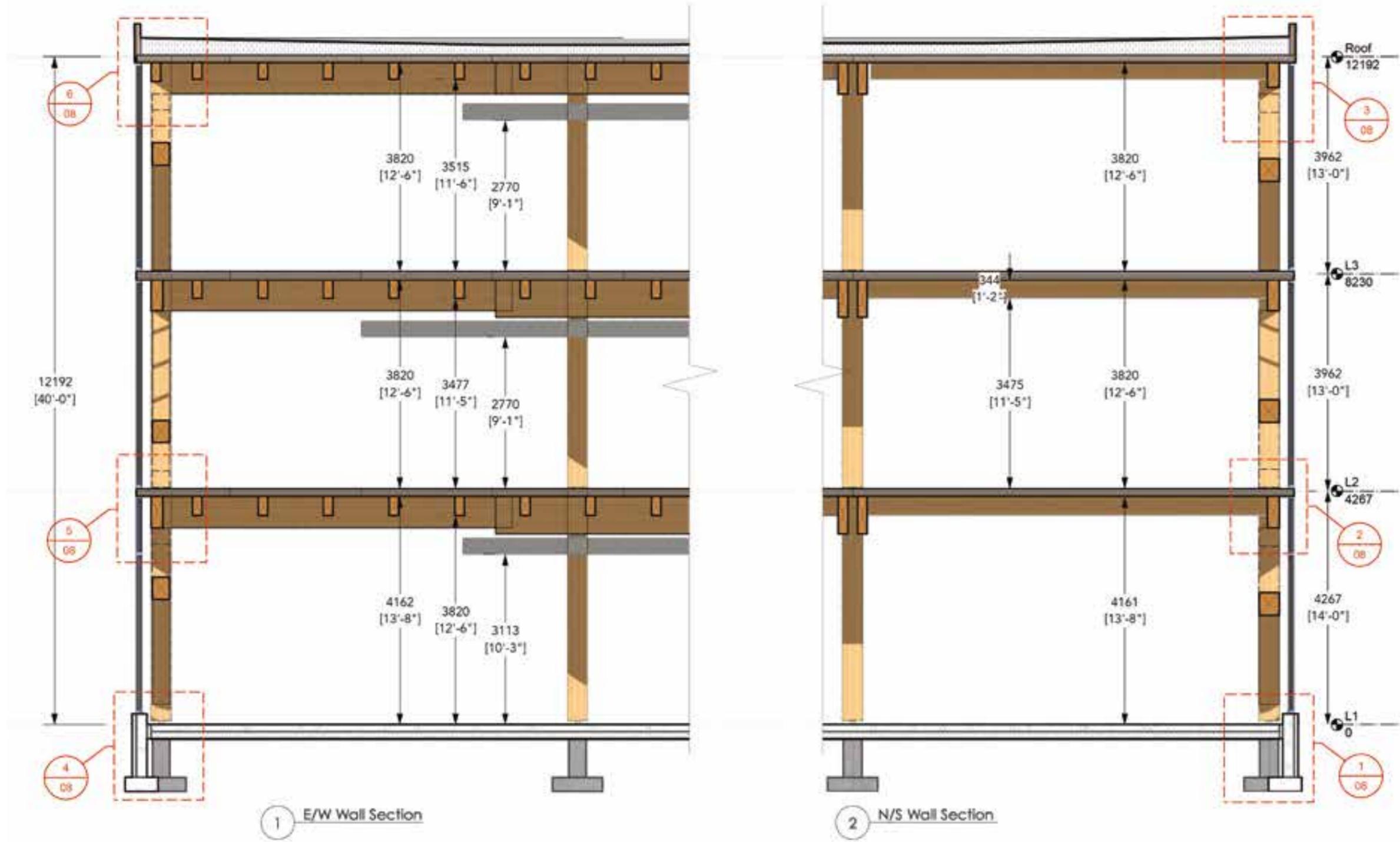
1 E/W Building Section



2 N/S Building Section



Figure 3.2.6.



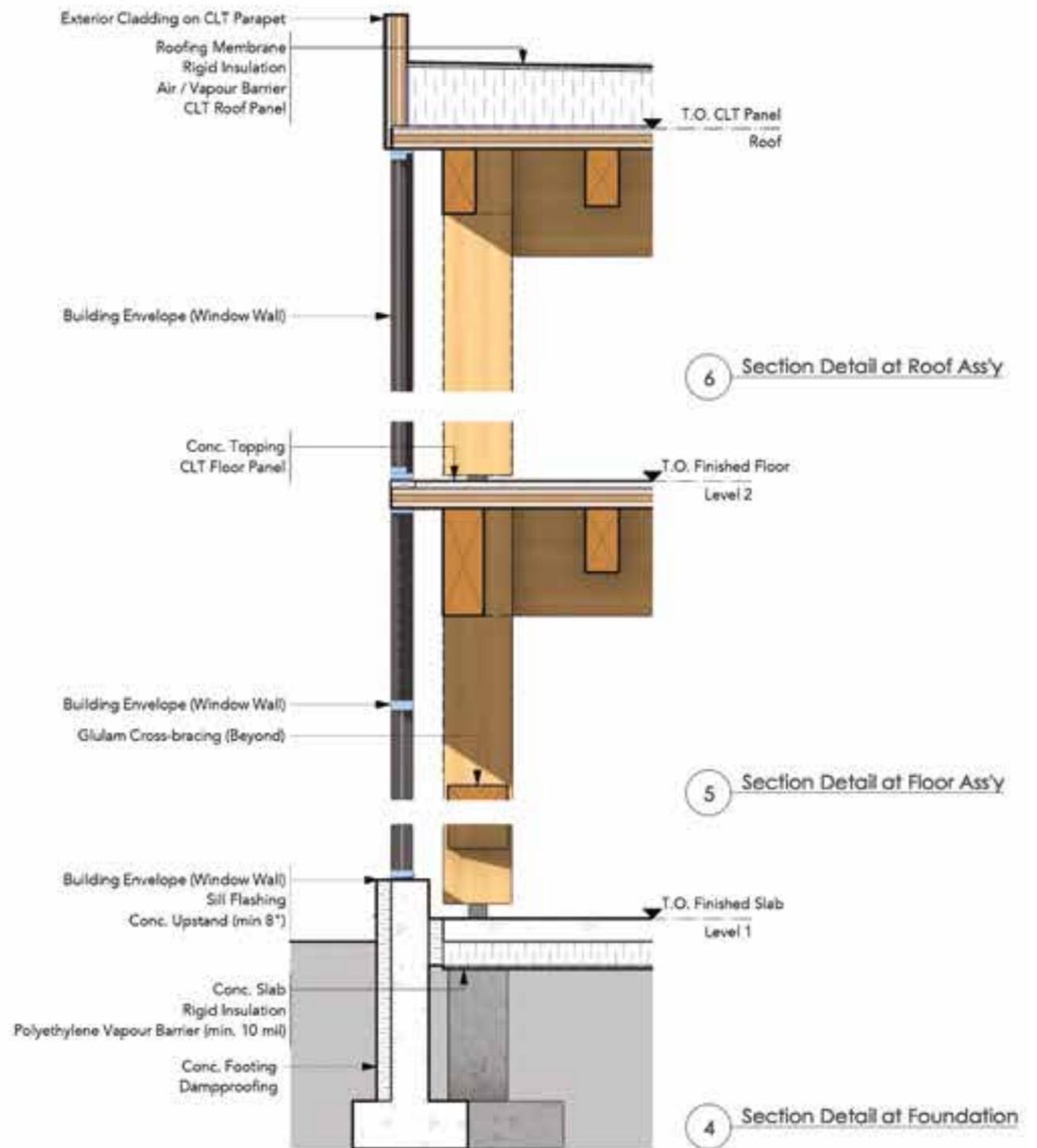
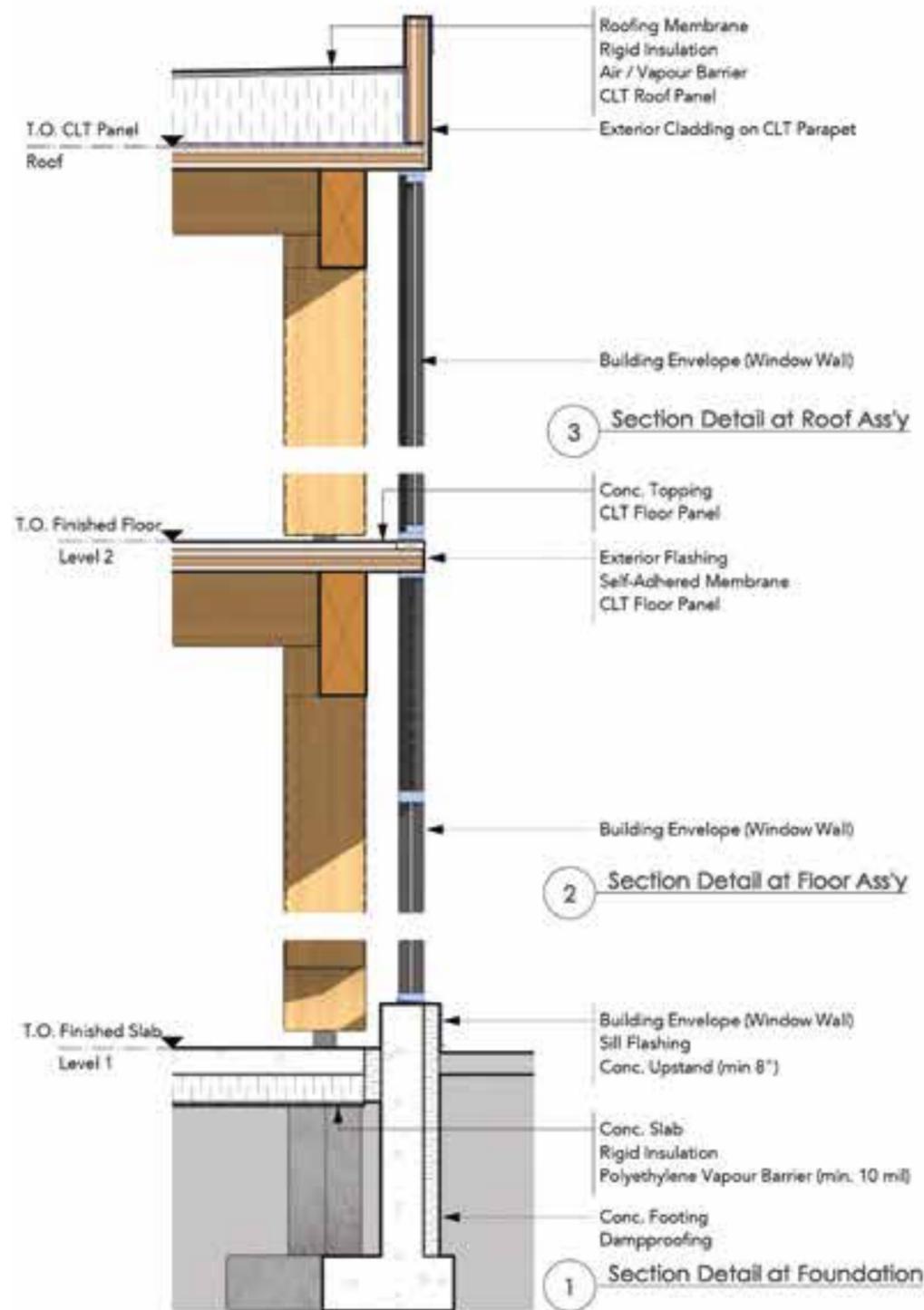
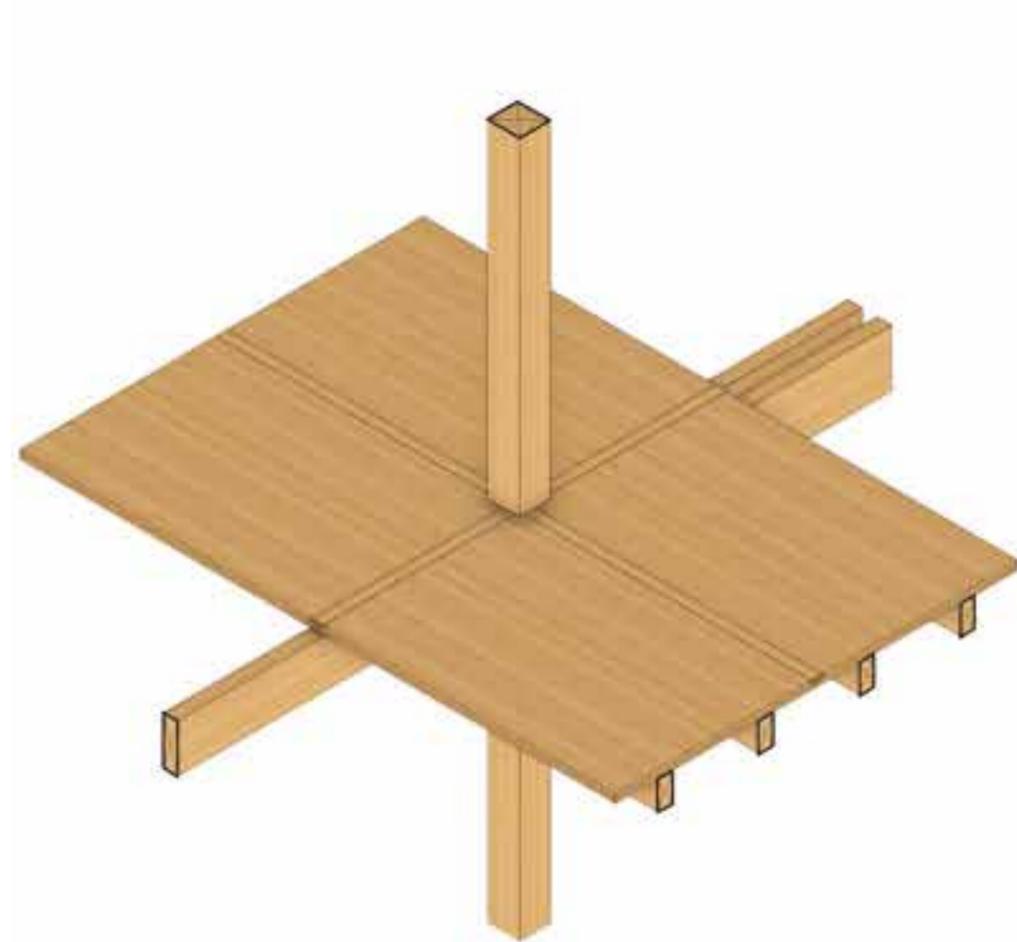
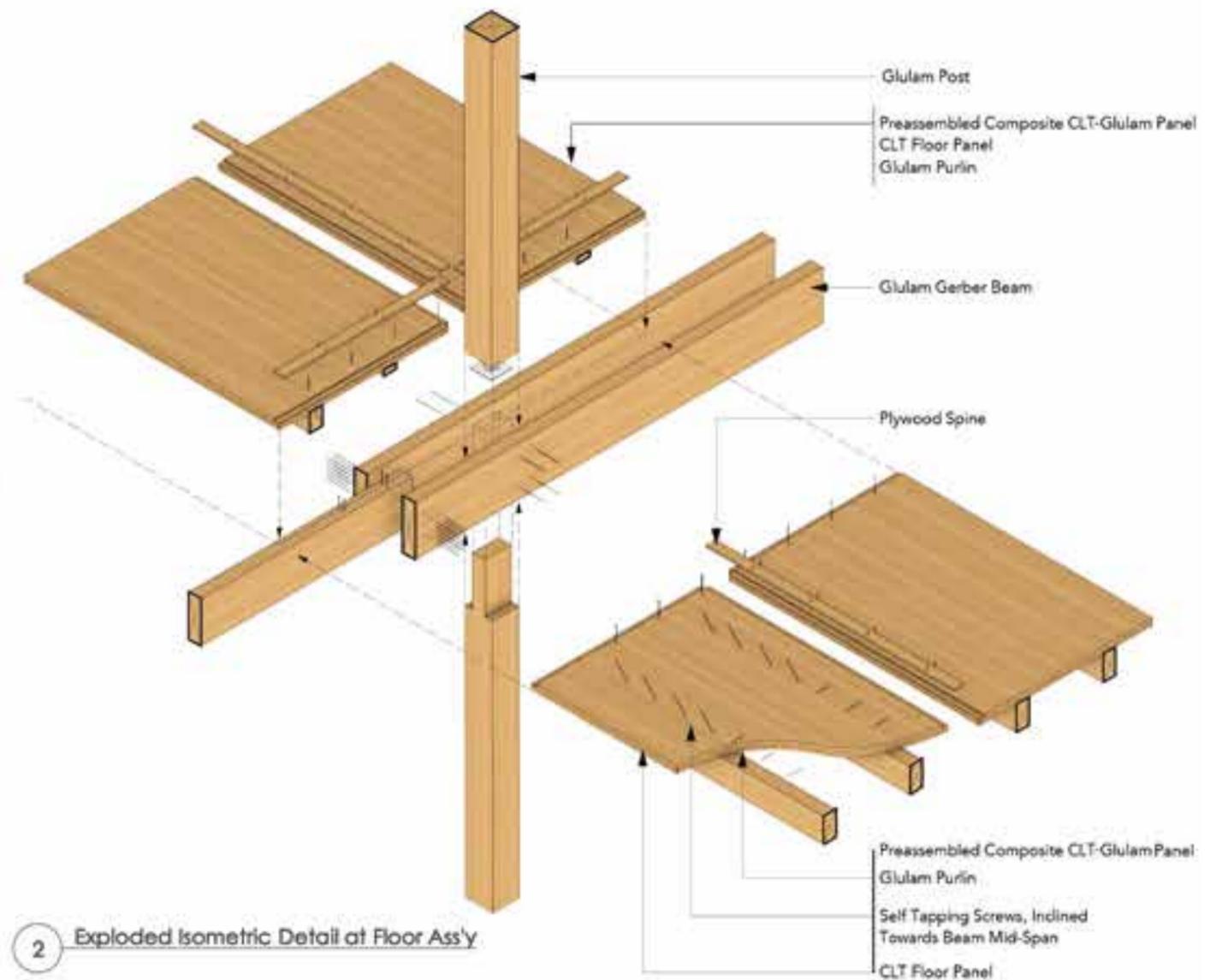


Figure 3.2.8.



1 Isometric Detail at Floor Ass'y



2 Exploded Isometric Detail at Floor Ass'y

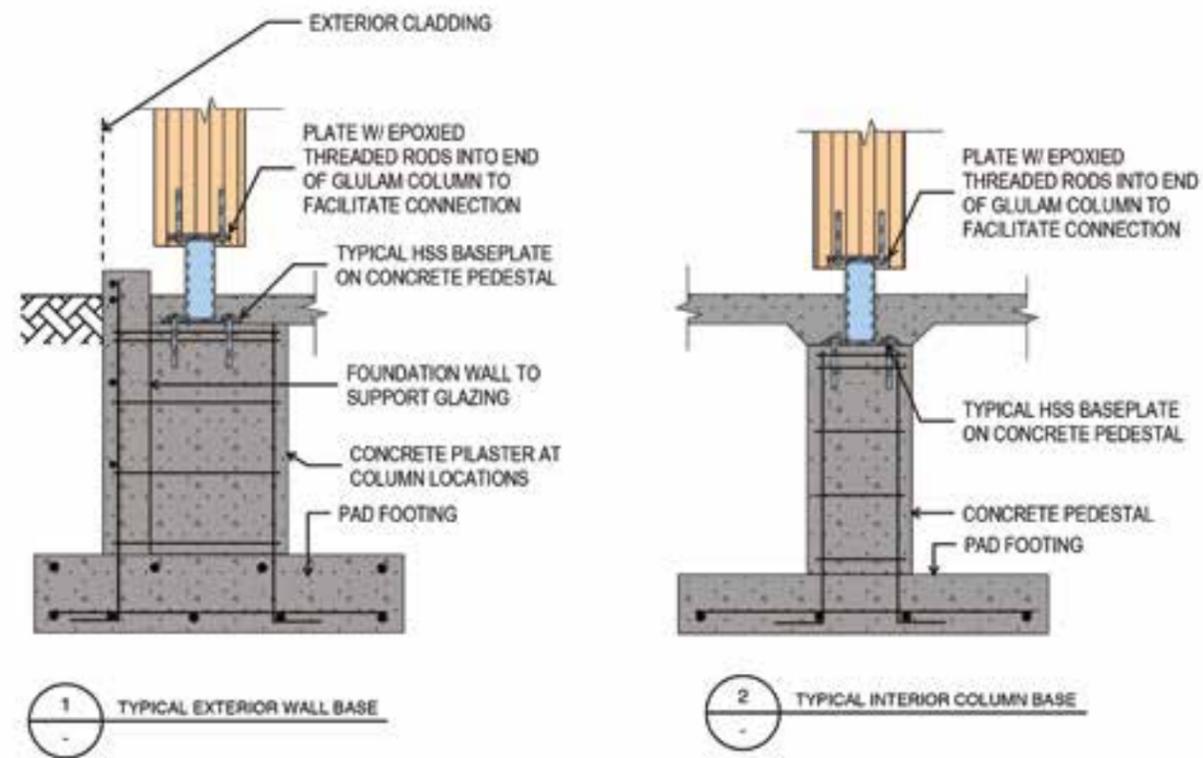
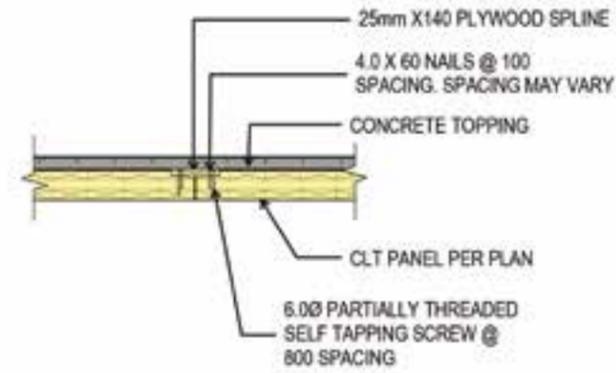
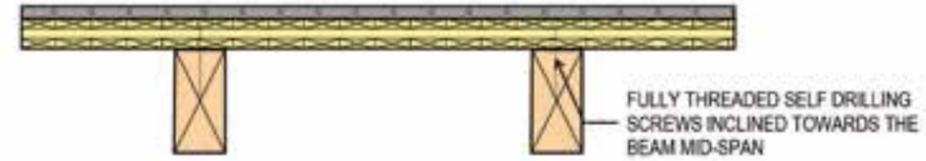


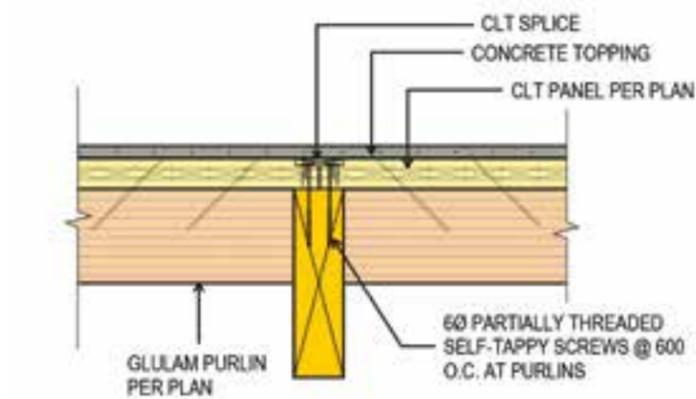
Figure 3.2.10.



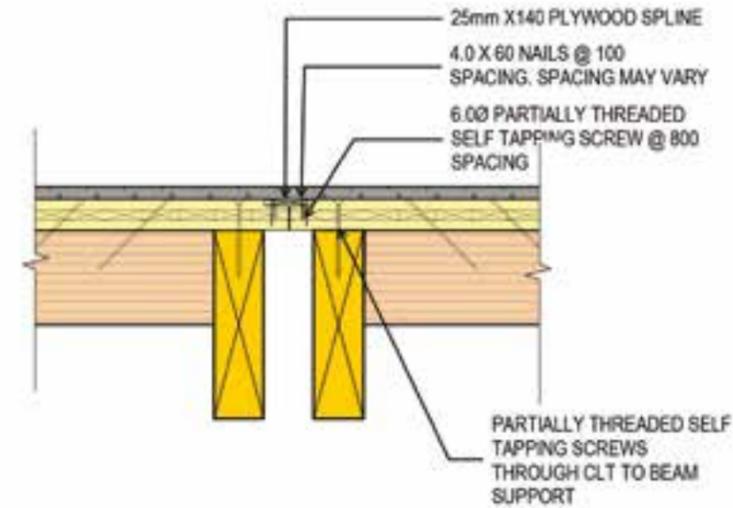
1 TYPICAL PANEL SPLINE CONNECTION



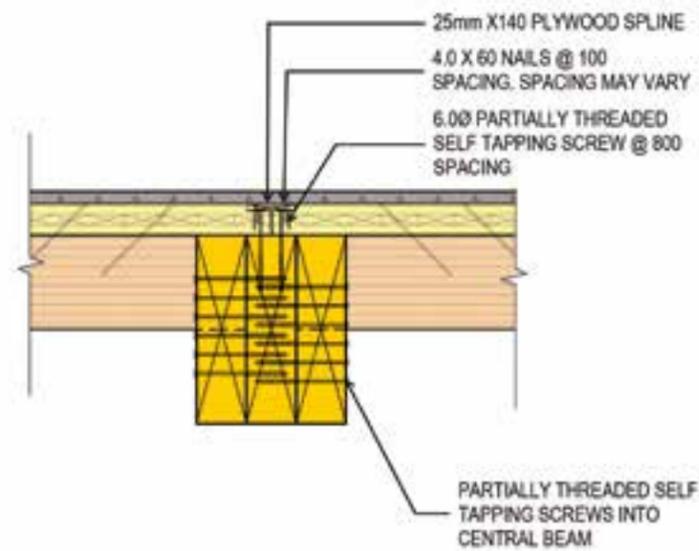
2 TYPICAL PANEL-PURLIN CONNECTION



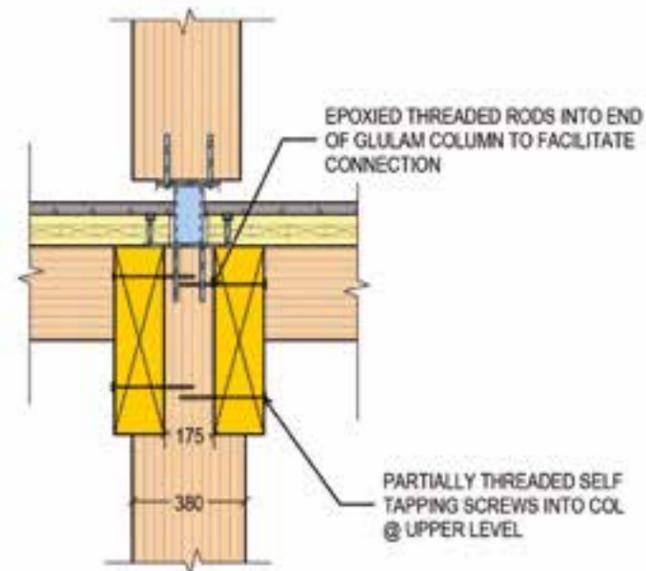
3 TYPICAL PANEL TO DROP-BEAM CONNECTION



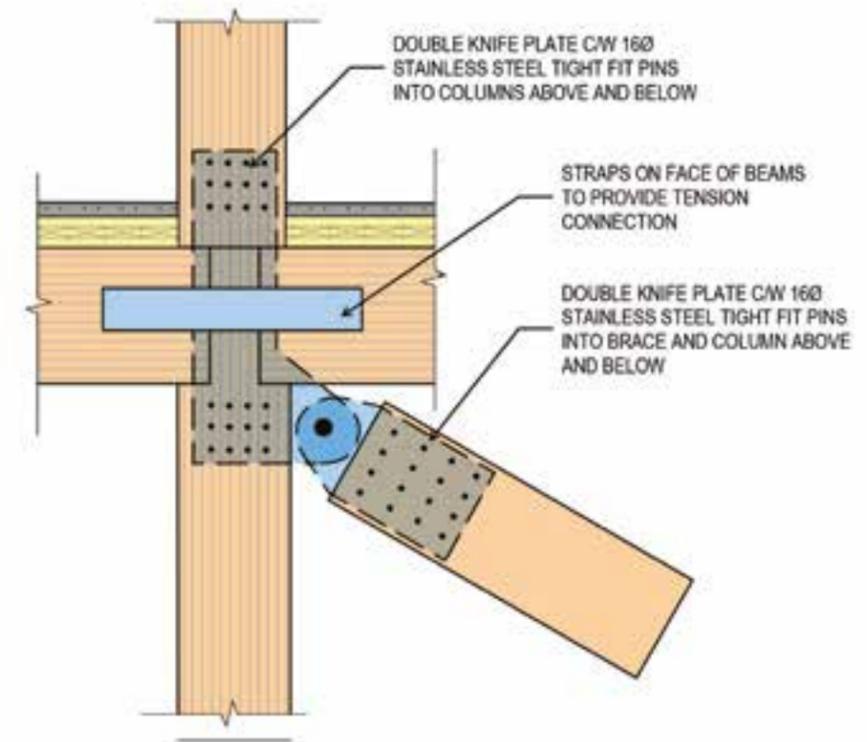
4 TYPICAL INTERIO DROP BEAM - CANTLV BEAM CONNECTION



5 TYPICAL INTERIO DROP BEAM - CANTLV BEAM CONNECTION



6 TYPICAL INTERIO BEAM-COL CONNECTION



7 TYPICAL BRACE CONNECTION

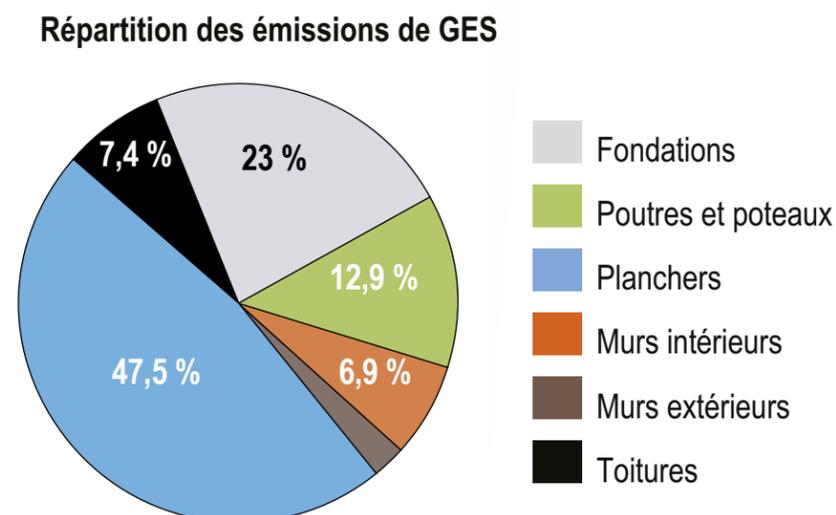
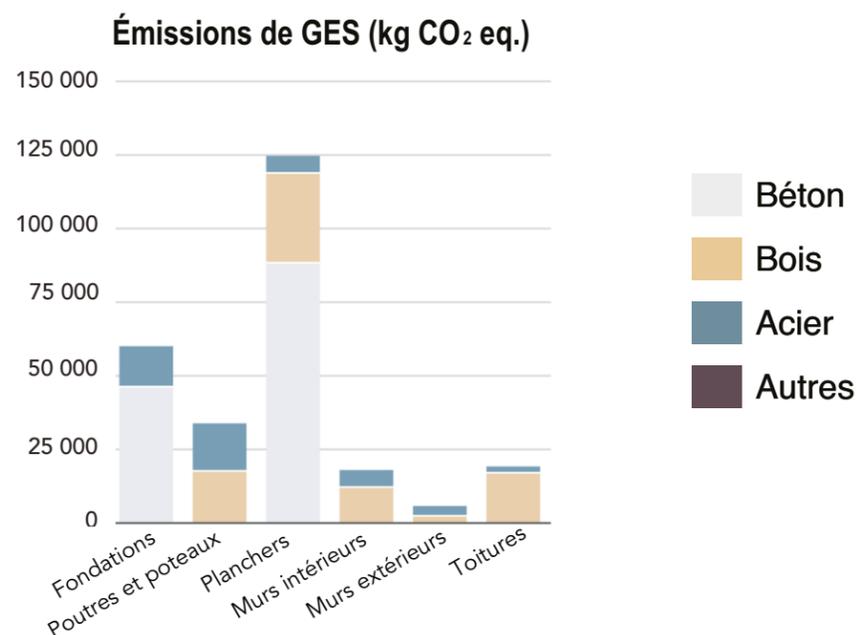
3.3 IMMEUBLE DE BUREAUX / VENTE AU DÉTAIL AVEC POUTRES, PANNES ET PLANCHERS EN CLT EN COUCHES

Le plan de ce bâtiment de 3 étages prévu pour des établissements d'affaires ou commerciaux est un modèle familial. Il est doté d'un noyau central de circulation et de service entouré d'un espace décloisonné pouvant accueillir des bureaux ou un espace vente au détail. Le quadrillage de structure standard de 25x30 pi (7,62x9,14 m) offre une flexibilité maximale pour l'aménagement intérieur.

Le système de résistance aux charges de gravité est composé de poteaux en lamellé-collé avec des poutres primaires en lamellé-collé assemblées aux côtés des poteaux. Les poteaux ont la hauteur d'un étage et portent directement sur les poteaux en dessous par l'intermédiaire d'un assemblage en acier. Cette connexion bout à bout est sécurisée par des tiges en acier collées à l'époxy dans l'extrémité de chaque paire de poteaux. Les poutres primaires en lamellé-collé sont reliées aux poteaux au moyen d'étriers fabriqués sur mesure (bien que des connecteurs propriétaires puissent également être utilisés). Ces poutres traversent la dimension courte du bâtiment.

Les pannes secondaires en lamellé-collé sont perpendiculaires à, et portent directement sur, la surface supérieure des poutres primaires. Les pannes et les poutres sont reliées au moyen de longues vis autotaraudeuses. Ces vis sont vissées à travers toute la profondeur des pannes et dans les poutres à chaque emplacement des pannes; il s'agit d'une solution simple et efficace qui est nettement moins coûteuse que le grand nombre d'étriers fabriqués qui seraient nécessaires si les pannes étaient dans le même plan que les poutres primaires. Les pannes supportent soit des planchers en panneaux CLT avec une chape en béton de 1 ½ po (38 mm), coulée sur une sous-couche élastique pour réduire la transmission des bruits aériens et d'impact, ou bien des panneaux de toiture en CLT avec (de bas en haut) une barrière pare-air / vapeur, un isolant rigide et une membrane de toiture. Le CLT est vissé aux pannes en dessous au moyen de vis enfoncées à travers le CLT et dans la panne.

Le noyau rectangulaire est composé de panneaux CLT verticaux qui sont continus sur toute la hauteur du bâtiment (comme dans la construction à charpente à claire-voie) et reliés les uns les autres au moyen de plaques de connexion en acier afin de résister aux forces latérales dans les axes longs et courts du bâtiment. Des murs de contreventement supplémentaires en CLT, également continus sur la hauteur du bâtiment, sont situés dans les murs extérieurs sur les côtés courts du bâtiment afin de compléter la résistance au cisaillement et à la torsion des murs du noyau. Comme les planchers et le toit agissent en tant que diaphragmes horizontaux, ce système structural a



Un sommaire du calcul des GES est présenté à l'annexe 4.4

une stabilité de torsion suffisante pour permettre à la zone restante des murs extérieurs, y compris toute la façade avant, d'être entièrement vitrée si désiré. Cela rend la solution bien adaptée à un local de bureaux (qui peut nécessiter

un grand rapport fenêtre-mur), à un laboratoire (qui pourrait nécessiter une enveloppe beaucoup plus opaque), ou à toute autre utilisation souhaitée.

Comme illustré, les panneaux de plancher en CLT mesurent 30 pi (9,14 m) de long et 8 pi (2,44 m) de large, ce qui est actuellement une taille de panneau courante facilement disponible auprès des fabricants canadiens de CLT.¹⁴ Les pannes sont espacées à 10 pi (3,05 m) d'entraxe, alors que les poutres primaires en lamellé-collé qui les soutiennent sont à 25 pi (7,62 m) d'entraxe. La longueur totale du bâtiment est de 177,2 pi (54,00 m) et la largeur totale de 90 pi (27,43 m). La superficie au sol du bâtiment est donc à moins de 1 % du maximum de 16 146 pieds carrés (1500 m²) autorisé par le Code pour les bâtiments non protégés par gicleurs.

À l'heure actuelle, l'approche à charpente à claire-voie pour les murs de contreventement en CLT est en dehors des dispositions prévues dans la norme CSA 086, Règles de calcul des charpentes en bois, et nécessite donc une solution de rechange. Cependant, cette approche alternative devrait maintenir le mécanisme de balancement des murs ainsi que le rapport hauteur / largeur de panneau requis dans la norme de conception. De plus, le plus petit nombre de panneaux CLT (et donc moins de connexions ainsi que des délais de construction réduits) nécessaires pour obtenir la résistance latérale requise rendent l'approche de la solution de rechange plus rentable. Des modifications récentes apportées à la norme ont entraîné des exigences de plus en plus strictes en matière du rapport hauteur / largeur pour les panneaux (entre 2:1 et 4:1), ce qui a entraîné le besoin d'un grand nombre de panneaux pour une approche entièrement conforme au code.

L'aspect intérieur du bâtiment est défini par les poutres primaires en bois lamellé-collé, qui sont profondes mais largement espacées, et par le plan de plafond surélevé, créé par les pannes plus rapprochées qui passent au-dessus et perpendiculairement aux poutres. La structure du plafond peut être laissée à découvert et la majorité des systèmes mécaniques et électriques peuvent être distribués discrètement entre les pannes. Le plan d'étage peut accueillir un seul locataire, ou être divisé, sans difficulté, en deux ou plusieurs sections afin d'accueillir plusieurs locataires. Les cloisons peuvent être situées sous les poutres primaires, et un dispositif coupe-feu peut facilement être installé entre les pannes au-dessus. Le coût installé de la structure pour ce projet est de l'ordre de 32 à 44 \$ le pied carré.

¹⁴ Si des panneaux de CLT d'une plus grande largeur devenaient disponibles au Canada, cela permettrait de modifier la trame structurale de ce projet, réduisant ainsi le nombre d'éléments structuraux, d'assemblages et de mouvements de grue, le tout résultant en une construction plus optimisée.



Mass Timber Low-Rise Commercial

Block #1 Project Identification

Project Name:	Usage:	For Store Retail, Second and Third Store Office
Code Classification:	Group I (Manufacturing) Group D (Office / Personal Services)	
Number of Storeys:	Footprint:	10,941 sf / 3,481 m ²
Structural System:	Gleason Post and Beam, CLT Column System, CLT Floor System	

Block #2 Project Description

Building Size:	47,824 sf / 4,403 m ²	Building Height:	3 Storeys
Fire Rating:	45 min	Maximum Footprint:	Unsprinkled: 1,000 m ² Sprinkled: 4,800 m ²
Roof Loading and Deflection:	Dead Load=1.5 kPa Snow Load=2.3 kPa	Floor Loading and Deflection:	Dead Load=10 kPa Live Load=2.4 kPa
	Snow Load Deflection=L/240		Live Load Deflection=L/480
	Total Load Deflection=L/180		Total Load Deflection=L/180
Structural System Description:	Post-and-Beam System, 27' x 30' typical bay		
SEI Description:	CLT Shearwall - 40'x20, 8m x 3 Site Class D		

NBC 2015 Analysis

3.2.2.40 Group D, Up to 3 Storeys

Sprinklered (Y/N):	No
Storeys:	3
Max Building Area:	Facing 1 Street: 1,000 m ² Facing 2 Streets: 2,000 m ² Facing 3 Streets: 2,400 m ²
Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRB
Mechanics:	45 min FRB
Roof Assemblies:	45 min FRB
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRB or noncombustible const.

3.2.2.41 Group D, Up to 3 Storeys, Sprinklered

Sprinklered (Y/N):	Yes
Storeys:	3
Max Building Area (m²):	4,800 m ²
Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRB
Mechanics:	45 min FRB
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRB or noncombustible const.

3.2.2.44 Group E, Up to 3 Storeys

Sprinklered (Y/N):	No
Storeys:	3
Max Building Area (m²):	Facing 1 Street: 800 m ² Facing 2 Streets: 1,000 m ² Facing 3 Streets: 1,300 m ²
Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRB
Mechanics:	45 min FRB
Roof Assemblies:	45 min FRB
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRB or noncombustible const.

3.2.2.47 Group E, Up to 3 Storeys, Sprinklered

Sprinklered (Y/N):	Yes
Storeys:	3
Max Building Area (m²):	2,400 m ²
Construction:	Combustible
Floor Assemblies:	45 min FRB
Mechanics:	45 min FRB
Loadbearing Walls, Columns and Arches:	45 min FRB or noncombustible const.



Figure 3.3.1.

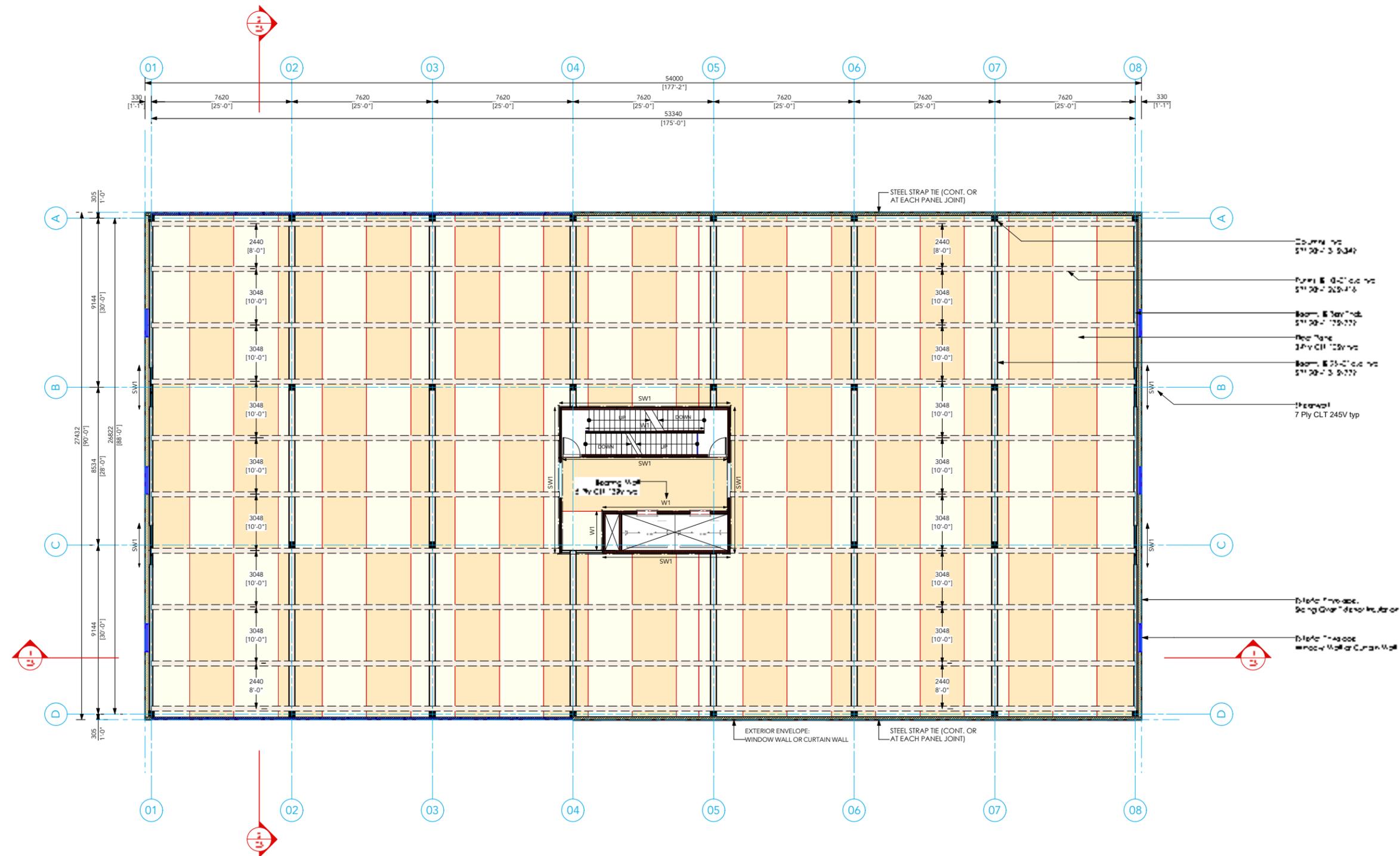
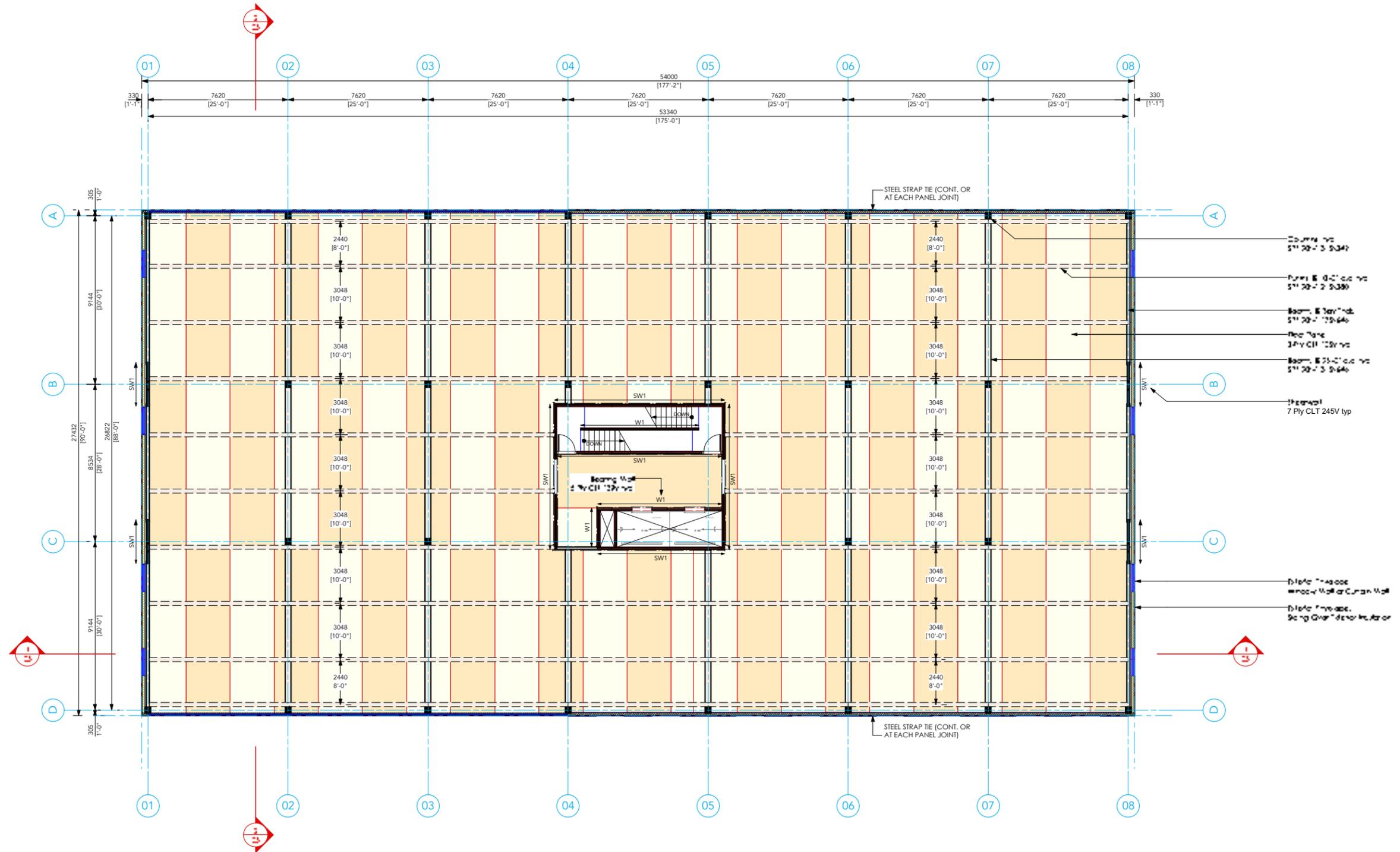


Figure 3.3.2.



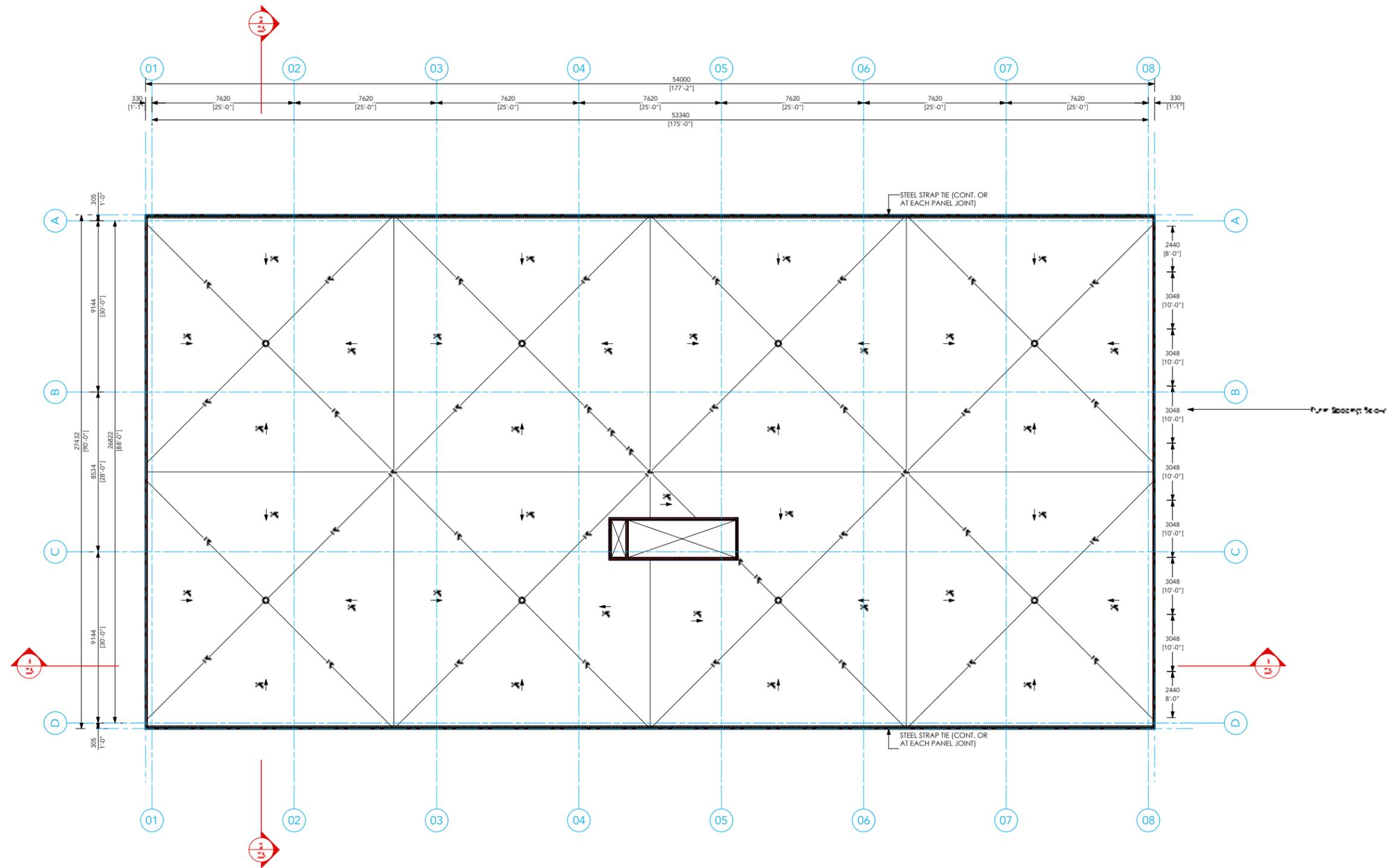


Figure 3.3.4.



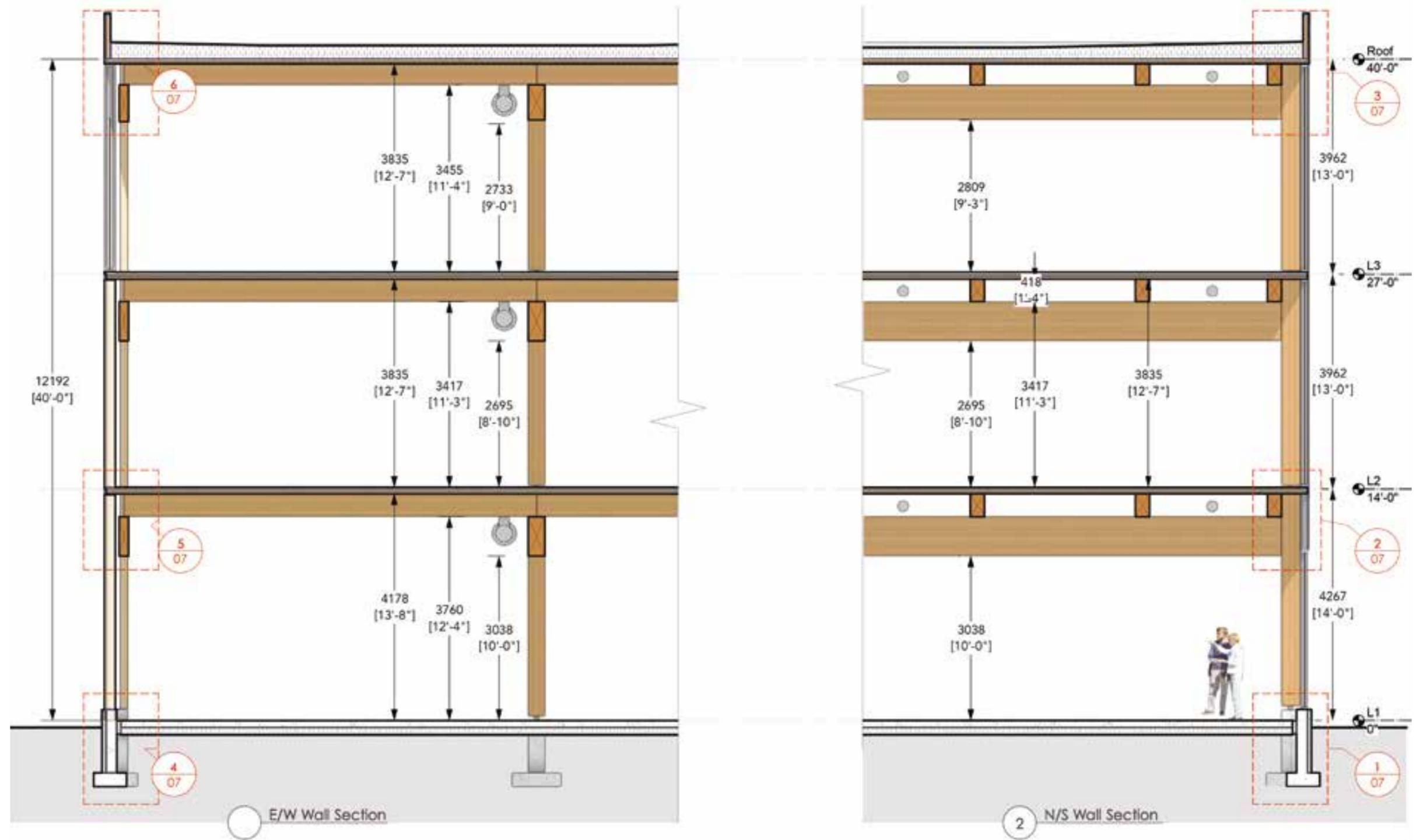


Figure 3.3.6.

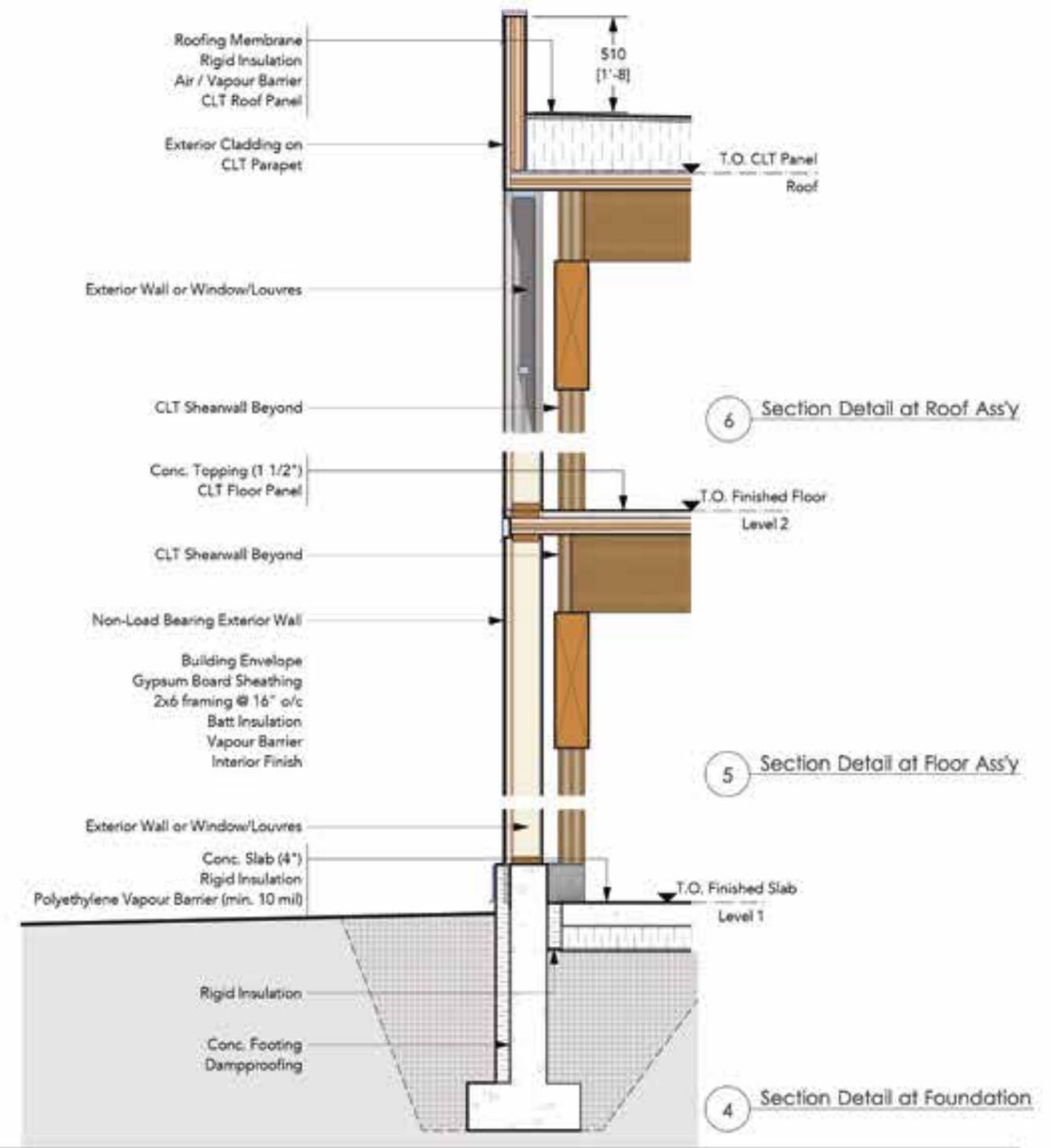
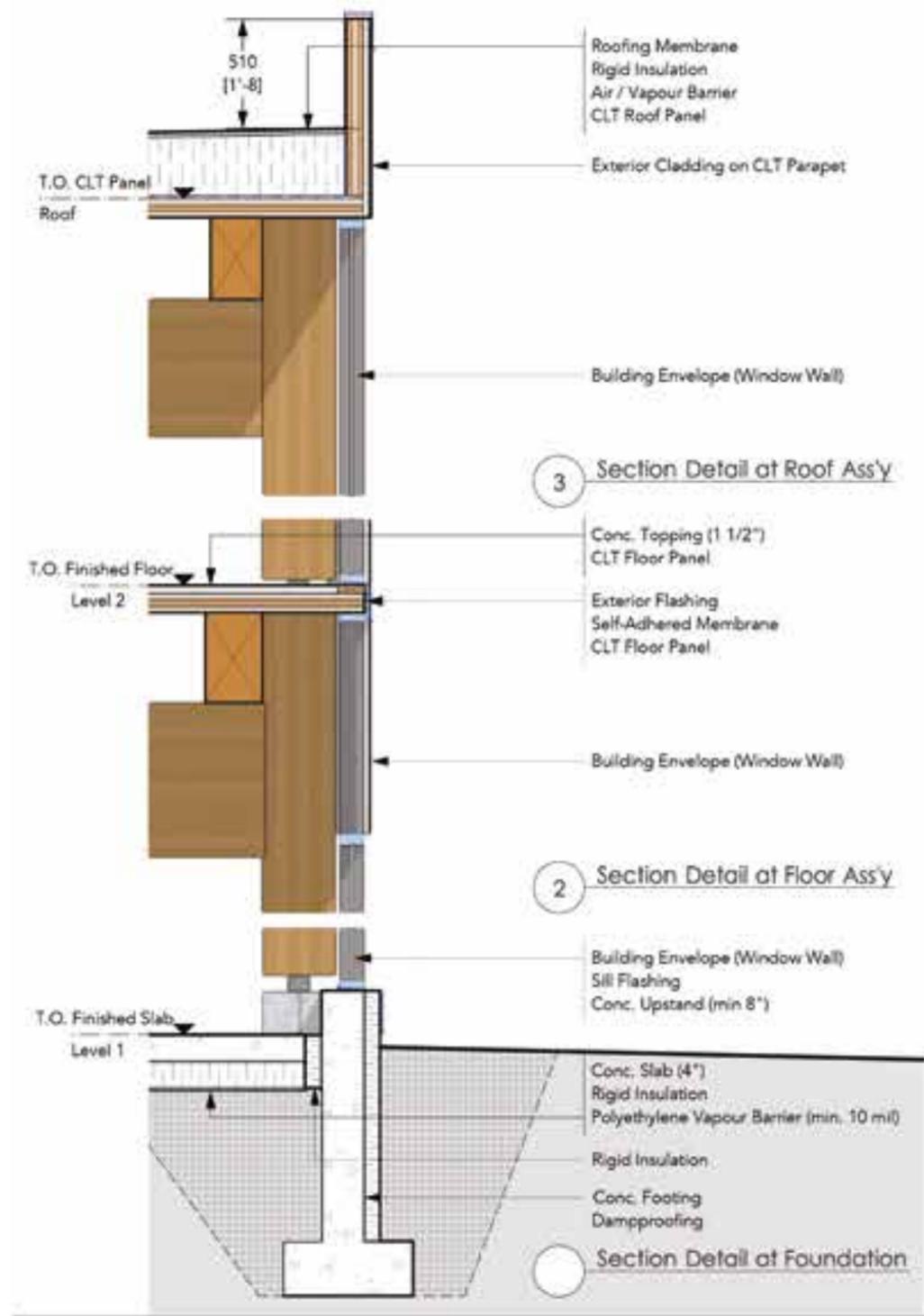
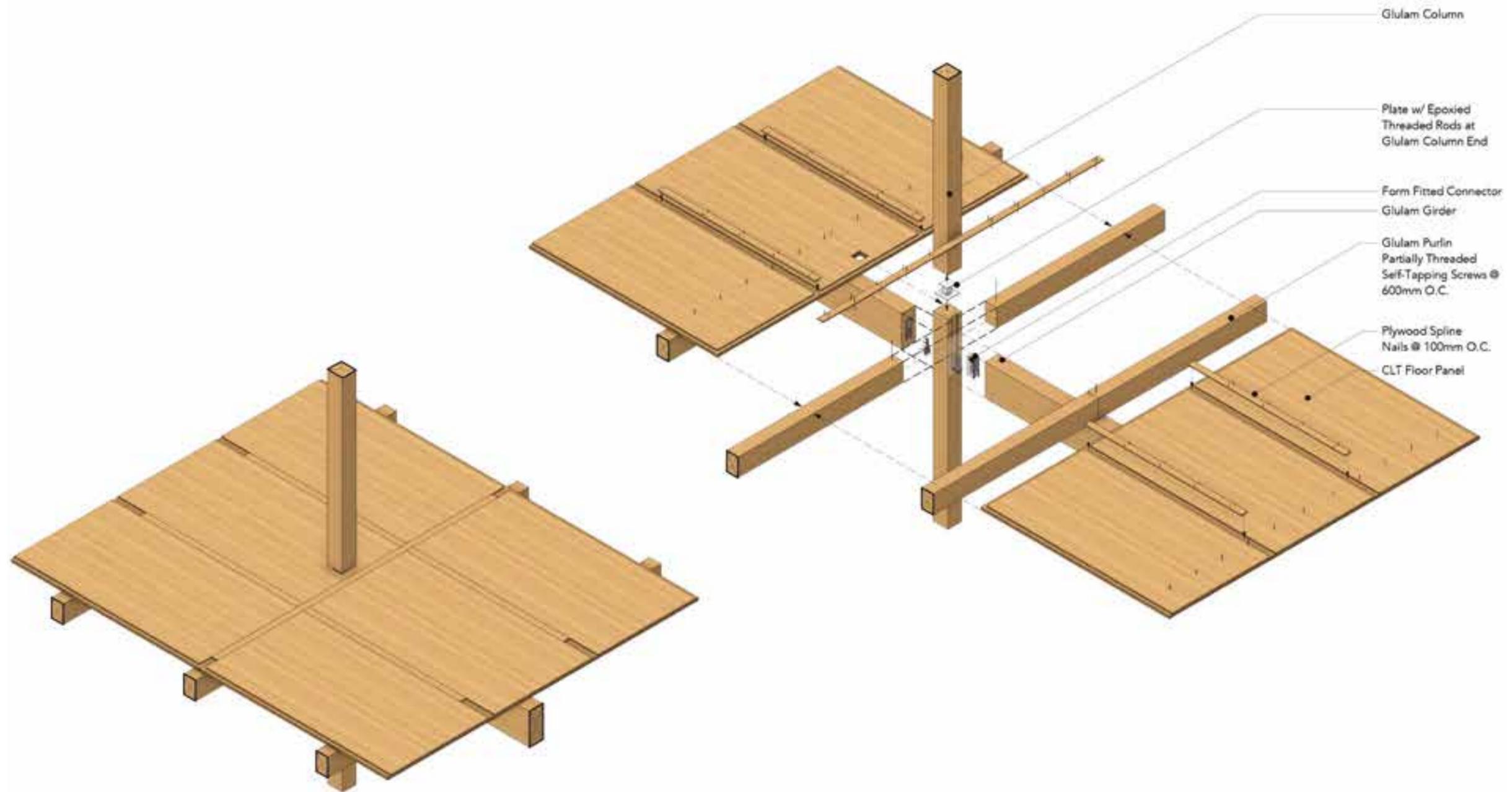


Figure 3.3.7.



Glulam Column

Plate w/ Epoxied
Threaded Rods at
Glulam Column End

Form Fitted Connector
Glulam Girder

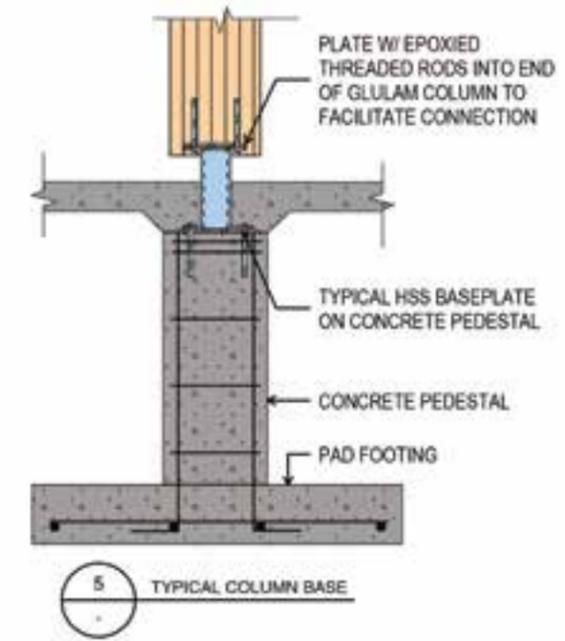
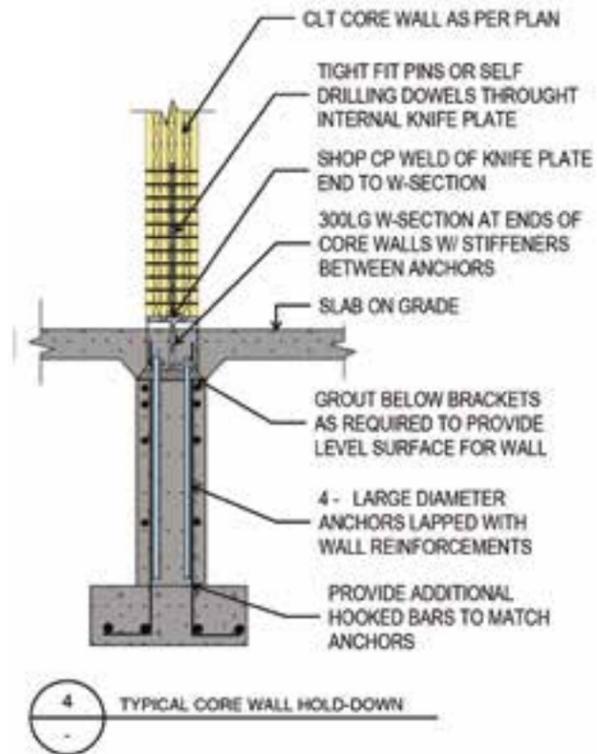
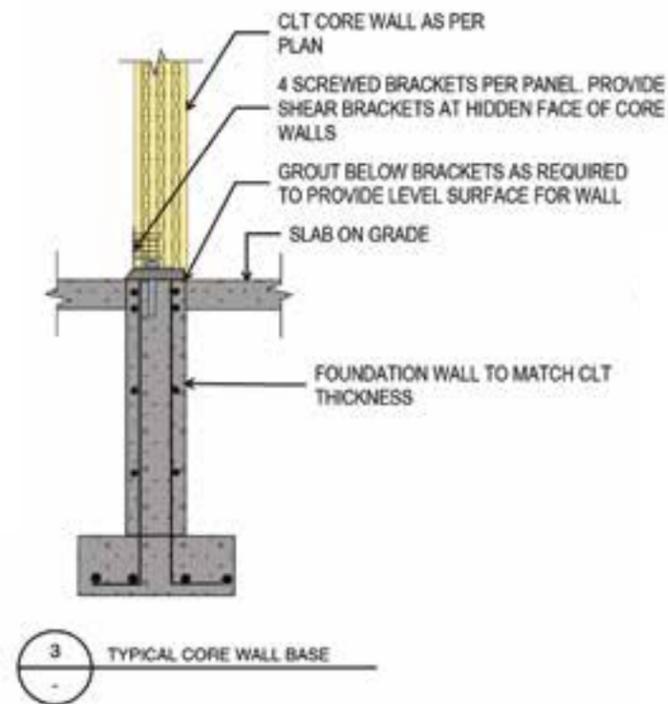
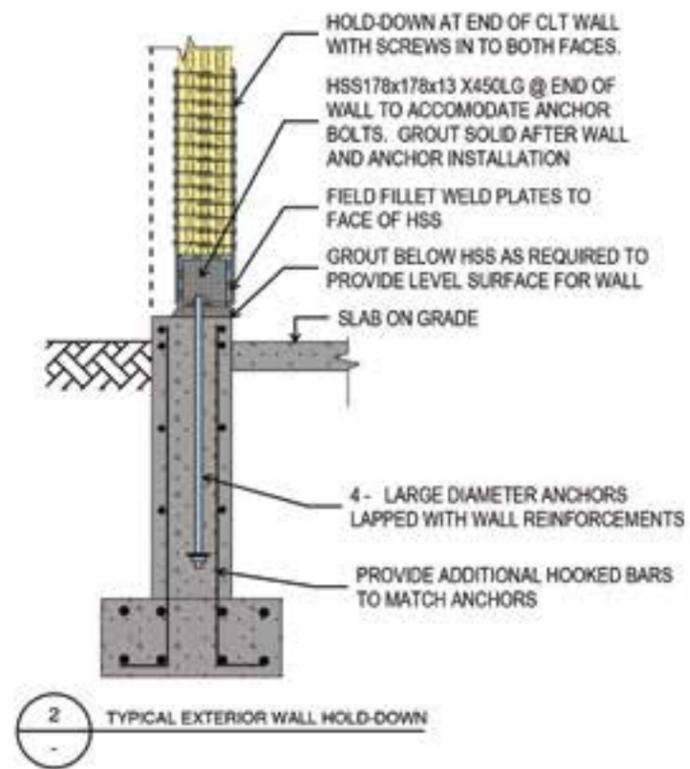
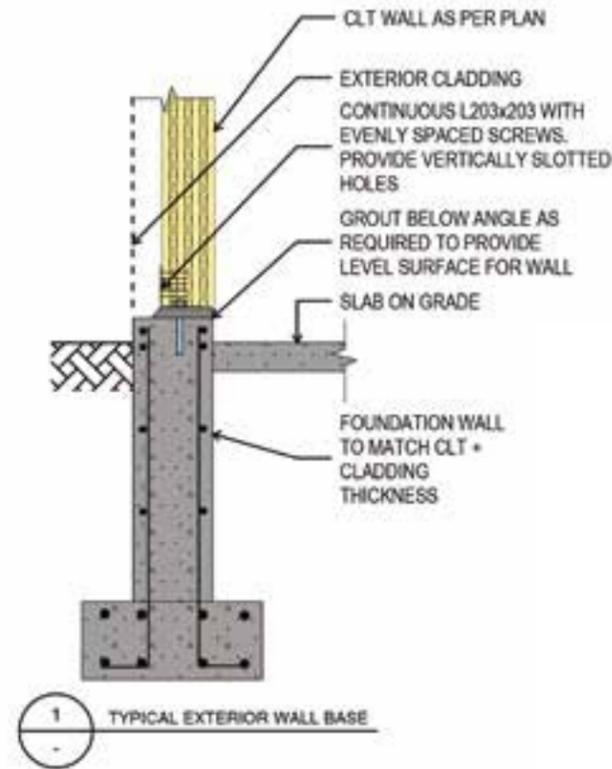
Glulam Purlin
Partially Threaded
Self-Tapping Screws @
600mm O.C.

Plywood Spline
Nails @ 100mm O.C.
CLT Floor Panel

1 Isometric Detail at Floor Ass'y

2 Exploded Isometric Detail at Floor Ass'y

Figure 3.3.8.



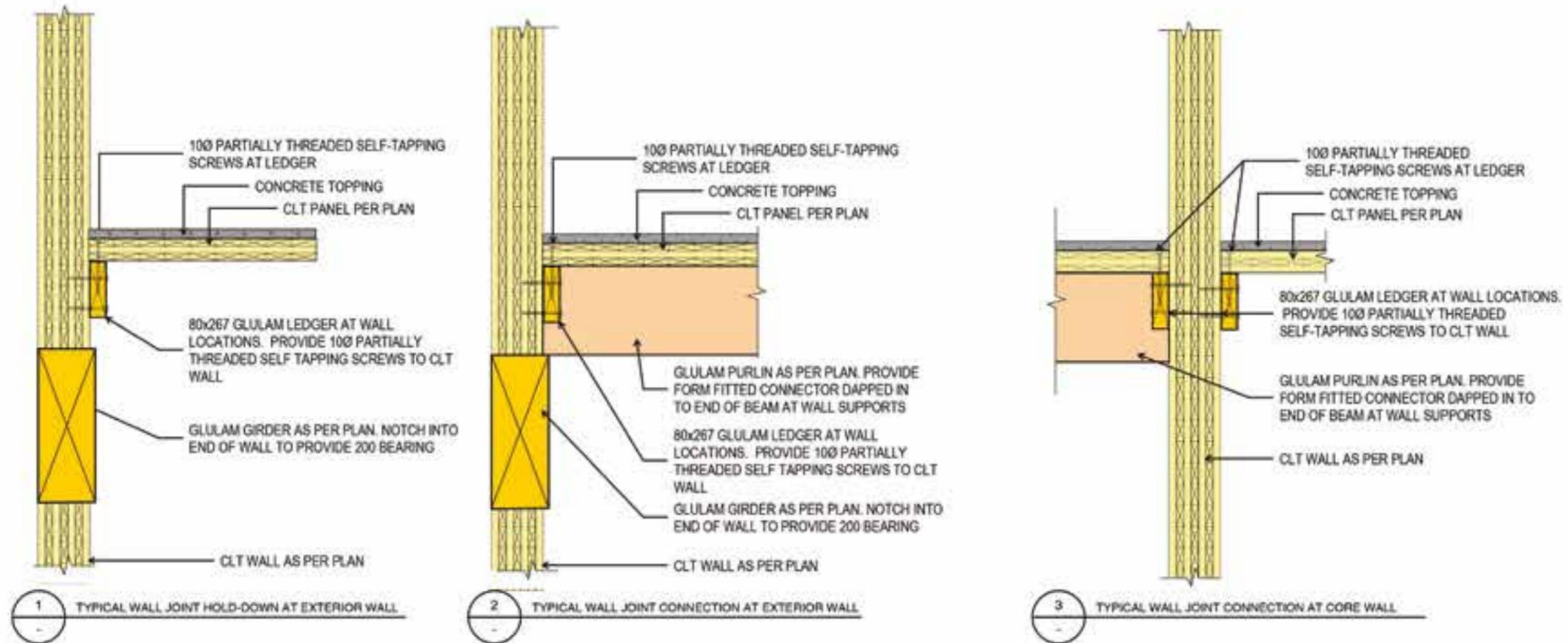
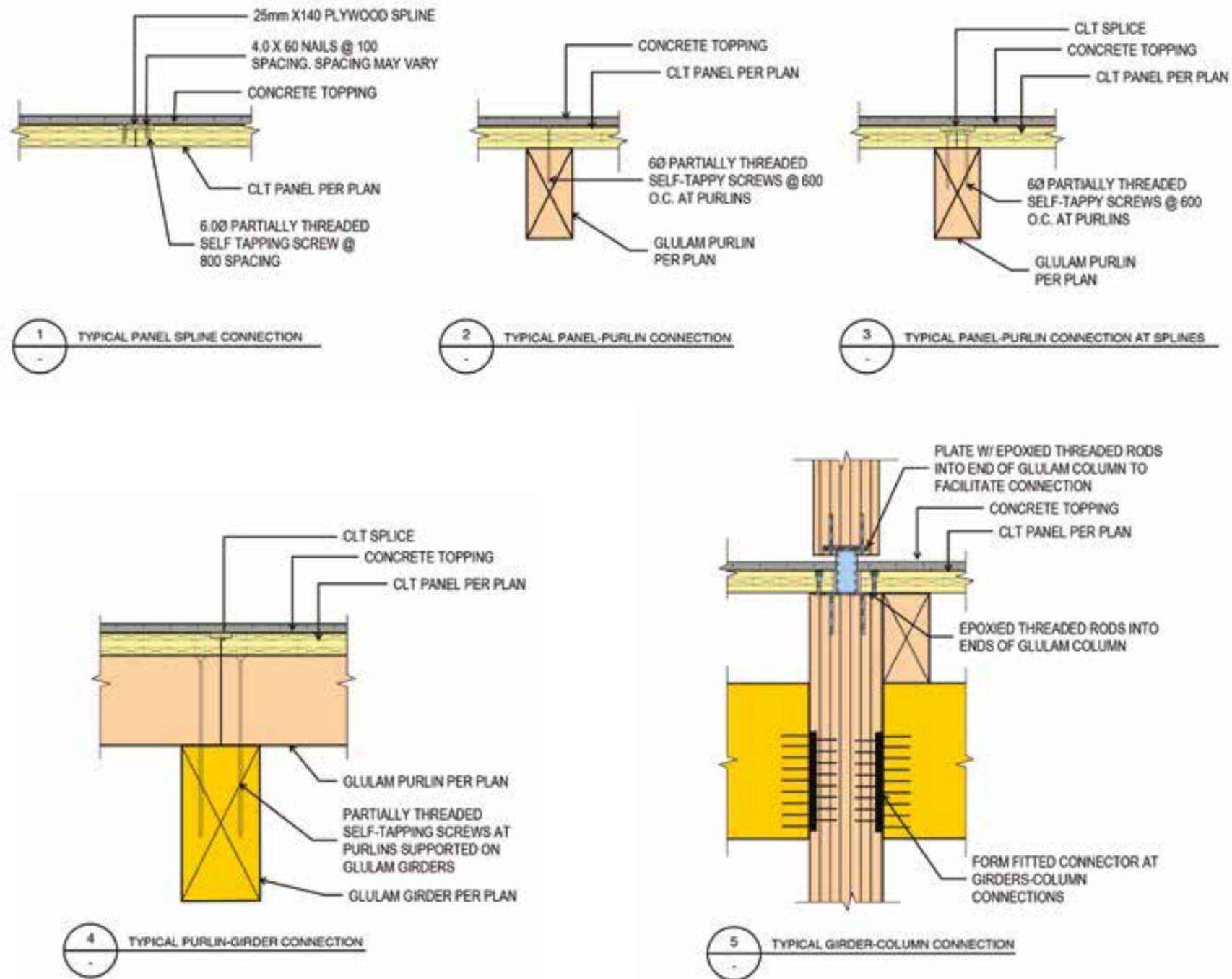


Figure 3.3.10.





4.0
Annexes

ANNEXE 4.1 : COMPORTEMENT AU FEU

La première édition du CNB a été publiée en 1941 et depuis elle a été révisée et mise à jour environ tous les cinq ans. Les éditions antérieures du CNB comprenaient plusieurs types de constructions, mais à partir de 1965, le Code n'en reconnaît que deux : les constructions combustibles et les constructions incombustibles. Bien que des modifications aient été apportées dans les éditions ultérieures, notamment en ce qui concerne la hauteur et la surface autorisées, les définitions de base sont restées les mêmes :

Une construction incombustible désigne le « type de construction dans lequel un certain degré de sécurité incendie est assuré grâce à l'utilisation de matériaux incombustibles pour les éléments structuraux et autres composants ».

Une construction combustible désigne le « type de construction qui ne répond pas aux exigences établies pour une construction incombustible ».

Il est à noter, en particulier lorsque l'on considère l'utilisation de la construction combustible pour des applications où la construction incombustible était auparavant la norme, que les normes de sécurité incendie et de sécurité des personnes imposées par le CNB sont identiques, quel que soit le matériau de structure et la méthode de construction choisis. Lorsqu'une autorité compétente (AC) délivre un permis d'occupation, cela signifie et assure que le bâtiment satisfait à toutes les dispositions du code applicable.

Construction combustible

De manière générale, la construction combustible comprend à la fois la construction à ossature légère en bois et la construction en gros bois d'œuvre. Dans le premier cas, où le degré de résistance au feu est prescrit par le Code, les éléments à ossature de bois sont toujours encapsulés dans des panneaux de placoplâtre afin d'obtenir la résistance au feu prescrite, tandis que les constructions en gros bois d'œuvre peuvent rester partiellement

ou complètement exposées, en raison de la résistance au feu inhérente des éléments en gros bois d'œuvre.

Les applications potentielles de la construction combustible ont considérablement augmenté avec l'émergence de nouveaux produits de poutres et de panneaux en bois d'ingénierie. Les montants en bois en placage stratifié (LVL) peuvent augmenter considérablement les hauteurs libres réalisables dans les constructions à ossature légère en bois d'un étage; alors que le CLT, bien qu'il ne soit pas considéré comme une construction en gros bois par le Code, a rendu l'installation de panneaux de plancher et de toit dans les grands bâtiments combustibles plus rapide et plus facile.

Après plus d'une décennie d'essais de combustion sur les panneaux de bois massif et les assemblages en gros bois d'œuvre, et sur des maquettes à grande échelle et des compartiments coupe-feu, ces tests confirment que le bois massif se comporte très différemment dans des conditions d'incendie que les constructions à ossature légère en bois avec lesquelles les Canadiens sont plus familiers. Les composants en bois massif s'enflamment difficilement et lorsqu'ils brûlent, ils le font à une vitesse très prévisible de 0,65 mm / minute pendant de longues périodes.

De plus, au fur et à mesure que le matériau brûle, une couche de carbonisation se forme sur la surface qui isole le centre du composant, ralentissant ainsi la montée de sa température interne. Ce phénomène permet aux concepteurs d'utiliser des éléments en bois surdimensionnés, ce qui aide à protéger la section structurale d'un élément en bois massif contre les dommages causés par le feu.

Stratégie de protection contre les incendies

Les autres méthodes courantes de protection contre l'incendie utilisées pour les constructions commerciales de faible hauteur, quel que soit le matériau de structure utilisé, comprennent: des limitations de hauteur, de surface et

de type d'occupation; la fourniture d'une voie d'accès en cas d'incendie; des cloisonnements coupe-feu pour le contrôle du feu et de la fumée; assurer l'accès aux sorties de secours et la protection des sorties ; des détecteurs d'incendie et de fumée, et, bien sûr, des gicleurs automatiques. En bref, à part pendant la construction, il y a peu de différence entre l'approche de conception de protection contre l'incendie utilisée pour un bâtiment combustible et l'approche utilisée pour un bâtiment incombustible.

Sécurité incendie pendant la construction

Bien que les constructions de tous les types se soient avérées toutes aussi sécuritaires une fois achevées, occupées, et munies de systèmes de détection et d'extinction d'incendie activés, les constructions à ossature légère en bois peuvent présenter certaines vulnérabilités pendant la construction.

Un facteur d'atténuation réside dans le potentiel de préfabrication. La production en usine de composants en bois massif et leur assemblage sur place minimisent le besoin de découpe et de finition sur le chantier, et, par conséquent le potentiel d'accumulation. Cet avantage peut également être étendu à la construction à ossature légère en bois, lorsque les panneaux de toit et de mur sont assemblés en usine. Toutes les options d'ossature légère en bois présentées dans ce guide ont été conçues avec en tête la possibilité de préfabrication.

Les dispositions de sécurité recommandées sur les chantiers de construction pour les grandes constructions en bois comprennent: des contrôles plus stricts sur l'usage du tabac et sur la collecte des déchets, la minimisation du recours aux métiers de travail à chaud, tels que les travaux de toiture et le soudage, et la disponibilité de l'eau pour l'extinction des incendies.

Pour plus de renseignements sur le comportement au feu, vous pouvez consulter les publications sur le site Web du Conseil canadien du bois (www.cwc.ca) ainsi que le CLT Handbook publié par FPIInnovations.

ANNEXE 4.2 : CONTRÔLE DU BRUIT

Alors que le CNB inclut des normes de contrôle du bruit pour les bâtiments multirésidentiels, il est important de comprendre que les propriétés acoustiques du bois (lequel est plus léger) sont bien différentes de celles du béton et de l'acier. Comprendre comment le bruit se transmet et se contrôle dans les bâtiments aidera les équipes de conception à atteindre le niveau désiré d'atténuation du bruit.

Transmission du bruit

Le bruit est une forme d'énergie mécanique transmise par vibrations à travers l'air ou à travers les composants d'un bâtiment. Un son spécifique est défini par sa fréquence, mesurée en cycles par seconde ou en Hertz; par sa longueur d'onde, mesurée en mètres; ainsi que par son amplitude ou son volume, mesuré en décibels. Dans un bâtiment, le bruit peut se transmettre de trois manières :

- Le bruit aérien, comme la musique ou la parole, peut passer d'une source située d'un côté d'un assemblage à un récepteur de l'autre côté. Le terme « Indice de transmission du son » (ITS) est employé afin de quantifier le degré du bruit aérien qui est transmis à travers un assemblage.
- Le bruit d'impact, comme celui de pas sur le plancher, fait vibrer un assemblage et les vibrations transfèrent l'énergie sonore à travers l'assemblage vers le côté récepteur. Le terme « Indice typique d'isolation d'impact » (IIC) est employé afin de quantifier la transmission de bruits d'impact à travers un assemblage.
- La transmission indirecte du son se fait par un chemin indirect de la source au récepteur en voyageant à travers de multiples éléments assemblés, comme des murs et des planchers adjacents l'un à l'autre.

Jusqu'à tout récemment, la seule exigence normative visant la réduction du bruit dans le CNB touchait le bruit aérien dans des bâtiments résidentiels à logements multiples. Le bruit d'impact était traité en recommandant des normes minimales, et la transmission indirecte n'était mentionnée qu'en tant qu'élément à considérer. Cependant, en raison des imperfections de

la construction sur chantier, les valeurs ITS et IIC obtenues en laboratoire étaient rarement atteintes sur le terrain. En conséquence, il a été difficile pour les équipes de projets d'atteindre systématiquement le niveau de performance acoustique requis pour éviter des plaintes de la part des occupants du bâtiment.

Dans l'édition 2015 du CNB, le concept de l'indice de transmission du son apparent (ITSA) a été introduit (bien que les normes visassent uniquement les bâtiments à logements multiples). L'indice ITSA offre une mesure plus réaliste du niveau réel du bruit perçu par les occupants d'un bâtiment, car il considère le bruit indirect, ce qui inclut le bruit transmis par tous les chemins possibles. Contrôler toute forme de transmission du bruit implique plusieurs stratégies différentes.

La masse d'un assemblage joue un rôle important en ce qui concerne le contrôle des bruits aériens et d'impact, mais au-delà de ce facteur, les stratégies de réduction du bruit divergent. La réduction de la transmission indirecte a moins à voir avec la masse d'un assemblage qu'avec les connexions entre les éléments structuraux adjacents et l'isolation efficace de toutes les pénétrations dans un assemblage.

Le bruit aérien peut être atténué davantage en ajoutant une ou deux épaisseurs de panneaux de placoplâtre sur l'un ou les deux côtés d'une cloison, et en ajoutant de l'isolation acoustique, généralement sous forme de laine minérale. Pour les constructions en panneaux de bois massif, l'isolation est placée dans une cavité entre le côté fini et la structure. Pour les constructions à ossature, le matériau isolant est placé dans une cavité entre les colombages de la charpente.

En revanche, la réduction du bruit d'impact est atteinte en rompant la continuité physique de l'assemblage qui, autrement, offrirait un chemin direct pour la transmission de vibrations d'un côté à l'autre. Cela peut être fait en construisant deux murs distincts avec un espace entre les deux pour

les constructions à ossature légère, ou en construisant un mur à ossature supplémentaire pour les murs en bois massif. Des panneaux de placoplâtre, ajoutés sur l'un ou l'autre côté, peuvent être installés sur des profilés souples afin de dissiper les vibrations. Dans les assemblages de planchers et de plafonds, cela peut être réalisé en ajoutant un plafond avec profilés souples et/ou un plancher flottant.

Avec des assemblages conçus pour minimiser la transmission des bruits aériens et d'impact, le bruit indirect peut devenir un facteur déterminant dans la conception. Il existe quelques remèdes, dont le découplage des contacts physiques entre les espaces, ou l'utilisation de matériaux résilients entre des éléments structuraux qui transmettraient autrement les vibrations. Ces membranes ont généralement une épaisseur minimale de 6 mm.

Bien qu'il n'existe pas encore de données d'essais pour chaque type d'option d'assemblage en CLT ou en bois massif, il y a des informations disponibles dans le rapport RR-335 du CNRC intitulé « Apparent Sound Insulation in Mass Timber Buildings » et dans le logiciel du CNRC « soundPATHS ». Les essais sur les assemblages se poursuivent. Alors que le CNB se concentre encore exclusivement sur la transmission du bruit entre les unités, l'acoustique des salles devrait également être prise en compte pour les espaces sensibles au bruit.

Les propriétés de réflexion acoustique des constructions en bois massif qui sont laissées exposées (particulièrement lorsqu'il s'agit de plafonds) peuvent avoir un impact négatif sur l'acoustique des salles. La préoccupation principale, sauf dans certaines situations très particulières, est le temps de réverbération. Un temps de réverbération entre 0,5 et 0,7 seconde est jugé idéal pour l'intelligibilité de la parole et peut généralement être atteint en utilisant des matériaux absorbants en complément aux revêtements durs.

Pour plus de renseignements sur la performance acoustique vous pouvez consulter certaines publications sur le site Web du Conseil canadien du bois (www.cwc.ca) ou consulter le CLT Handbook publié par FPIinnovations.

4.3 : ENVELOPPE DU BÂTIMENT ET GESTION DE L'HUMIDITÉ

Alors que l'industrie tourne de plus en plus son attention vers le carbone intrinsèque dans les bâtiments, le bois a commencé à gagner du terrain pour des applications non traditionnelles. Néanmoins, il demeure important de considérer d'autres facteurs relatifs au développement durable qui influencent également la façon dont nous concevons et construisons. Ceux-ci comprennent des normes d'efficacité énergétique plus strictes et des niveaux d'isolation et d'étanchéité plus élevés, induits soit par la législation, comme le British Columbia Energy Step Code, ou par des programmes de tiers tels que le programme Passive House.

Par conséquent, les six projets présentés dans ce guide ont été conçus avec en tête deux types d'enveloppe de bâtiment. Le premier type consiste en une approche traditionnelle où l'isolant en nattes est inséré dans la cavité de mur et entre les chevrons de toit ou les membrures inférieures des fermes de toit. Le deuxième type consiste en une approche plus performante où le matériau isolant forme une couche ininterrompue appliquée à l'extérieur de l'enveloppe. Ces deux approches sont illustrées aux pages 74 et 75.

En tant que matériau organique et cellulaire, le bois massif possède des propriétés uniques. Il a tendance à se contracter et à se dilater en raison des changements dans sa teneur en humidité, et est particulièrement sensible aux dommages causés par l'eau lorsque saturé pendant de longues périodes. L'un des éléments auxquels il faut porter une attention particulière lors de la construction de bâtiments en bois massif est la protection des éléments en bois contre les dommages causés par l'eau.

En ce qui a trait spécifiquement aux grands bâtiments, cet enjeu peut être réglé par la préfabrication en usine des principaux composants en bois, ainsi que par une séquence planifiée de mesures de protection conçues pour limiter l'exposition des composants durant le transport, l'installation et le montage avant que l'enveloppe du bâtiment soit fermée.

Typiquement, le bois de sciage a une teneur en humidité de 19 % ou moins, alors que les éléments en bois d'ingénierie peuvent avoir une teneur de 15 % ou moins au moment de la fabrication. Une exposition prolongée à l'humidité augmentera la teneur en humidité, et si celle-ci dépasse 19 % cela favorisera la formation de moisissures et causera une expansion du bois, surtout perpendiculairement au fil.

Par exemple, pour un panneau de plancher en bois lamellé-collé, lamellé-cloué (NLT) ou lamellé-chevillé (DLT) de 4 pi (1200 mm) de largeur et d'une profondeur / épaisseur de 8 po (200 mm), une augmentation de la teneur en humidité de 10 % provoquerait une expansion en largeur de 1 po (25 mm) et en profondeur de 3/16 po (4 mm). Il est préférable d'utiliser des éléments en bois ayant un degré d'humidité d'équilibre similaire à celui qu'aura le bâtiment lorsqu'il sera occupé (typiquement entre 8-12 %), et de mettre en place un plan complet de gestion de l'humidité afin de maintenir cette teneur en humidité tout au long du processus de construction.

Une minutie apportée aux détails et l'intégration de tolérances de construction appropriées sont nécessaires afin d'assurer que le déplacement saisonnier de l'humidité soit distribué uniformément à travers la structure plutôt qu'uniquement sur la hauteur ou la largeur du bâtiment.

Un plan de gestion de l'humidité identifie et évalue le risque des dommages causés par l'eau durant la construction et cherche l'équilibre approprié entre les coûts supplémentaires et les avantages potentiels de la réalisation des mesures d'atténuation retenues. Ces considérations comprennent :

- Le climat et la quantité moyenne de précipitations du site.
- Le calendrier de construction proposé et les implications de tout délai.
- La durée de l'exposition pour tous les éléments en bois massif.
- Le type de bois (CLT, NLT, etc.), car chacun a un niveau de vulnérabilité différent. Les produits ayant un contenu en colle plus élevé ont tendance à avoir une meilleure résistance à l'eau que ceux ayant un contenu en colle plus bas, alors que ceux de type lamellé-croisé ont généralement une stabilité dimensionnelle plus élevée lorsque mouillés comparativement à ceux dont le fil des éléments est parallèle.
- Les finitions appliquées en usine sur les surfaces, les bords ou les noyaux.
- Des membranes de protection de plancher temporaires ou permanentes installées en usine ou sur le chantier.
- Avoir sur le chantier une équipe active de gestion de l'eau (par exemple, pour poser de petites bâches, ou nettoyer avec des raclours ou avec un aspirateur).
- La protection complète du bâtiment au moyen de tentes avec soutiens télescopiques ou de toits temporaires.

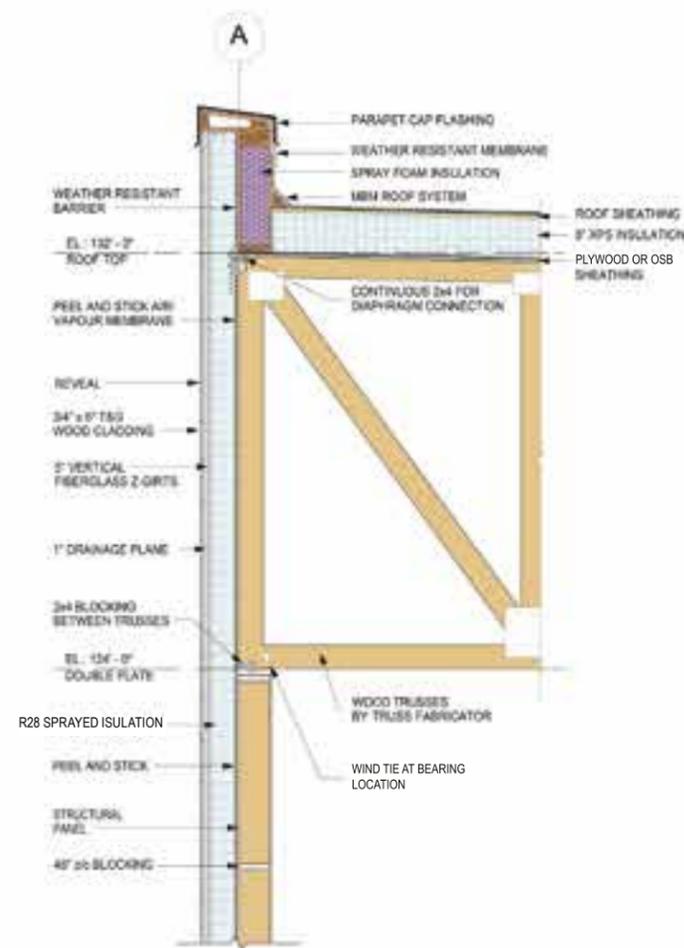
- Le séchage à l'air après les faits.
- Le séchage mécanique à la chaleur et à l'air.

Le plan doit être élaboré à l'étape de la conception, approuvé par l'entrepreneur et exécuté, suivi et adapté en réponse aux circonstances changeantes.

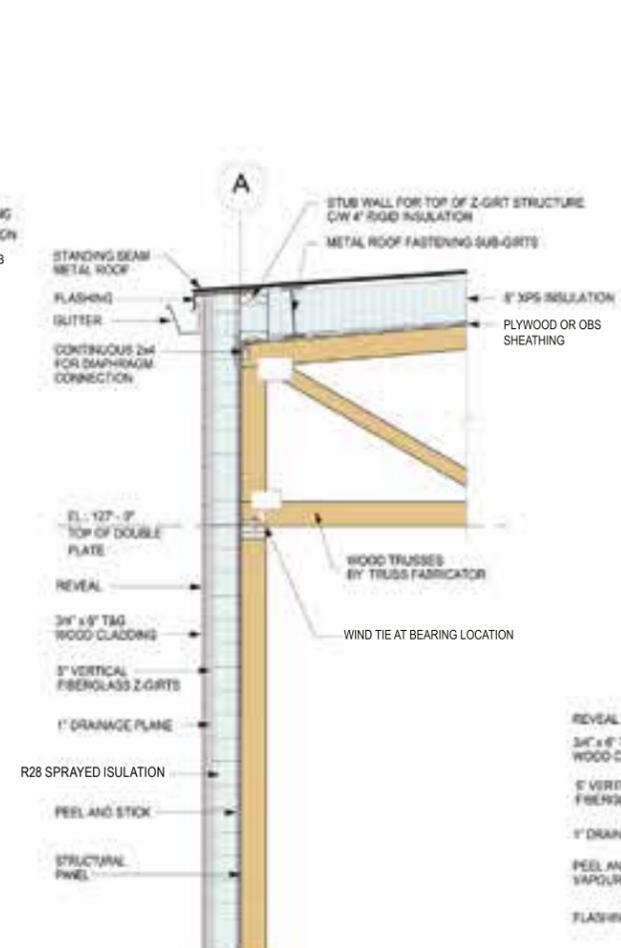
Les éléments en bois massif font souvent partie intégrante de l'enveloppe du bâtiment, étant utilisés pour les murs au-dessus du niveau du sol et pour les toitures. Les éléments en bois de l'enveloppe requièrent une protection contre l'humidité durant la construction et tout au long de la vie utile du bâtiment. La conception globale de l'enveloppe doit également tenir compte du transfert de la chaleur, de l'air et de l'humidité, des déflexions des bords des panneaux entre les poteaux, des déformations dues aux forces latérales et du déplacement saisonnier régulier de la structure, ainsi que des composants en bois au sein de l'assemblage.

Les toitures-terrasses traditionnelles (c.-à-d., avec une membrane exposée par-dessus le matériau isolant) et les toitures inversées (avec le ballast par-dessus le matériau isolant et une membrane collée directement sur la structure de bois) sont possibles en utilisant des panneaux en bois massif. Ventiler directement sous le tablier de toiture est bénéfique pour faire sécher le bois, puisque les panneaux en bois massif qui contiennent une quantité significative de colle (p. ex. CLT, LVL, LSL) ont une faible perméabilité et devront sécher vers l'intérieur du bâtiment s'ils deviennent mouillés.

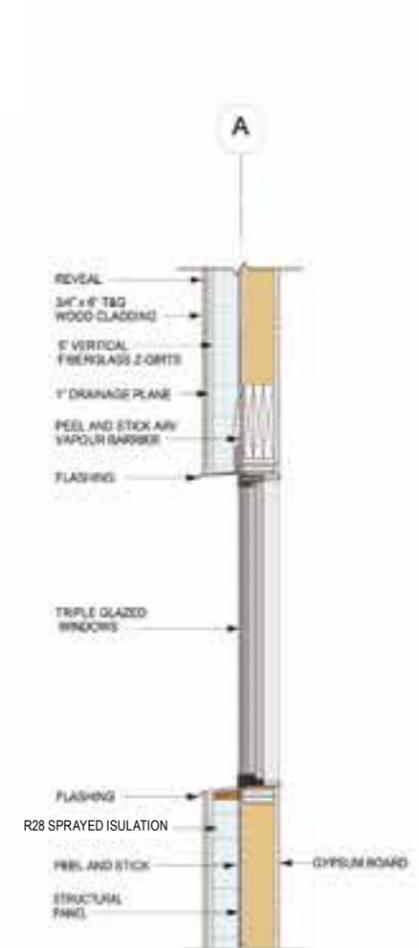
Pour les murs, ces approches s'appliqueraient par une isolation de la cavité ou une isolation extérieure continue, cette dernière étant utilisée pour atteindre des niveaux supérieurs de performance thermique. Dans tous les cas, la membrane résistante à l'eau qui se trouve généralement vers l'extérieur de l'assemblage devrait être choisie en fonction de sa perméabilité à la vapeur ainsi que de sa capacité à couvrir les joints afin d'accommoder l'expansion et le rétrécissement du substrat en bois.



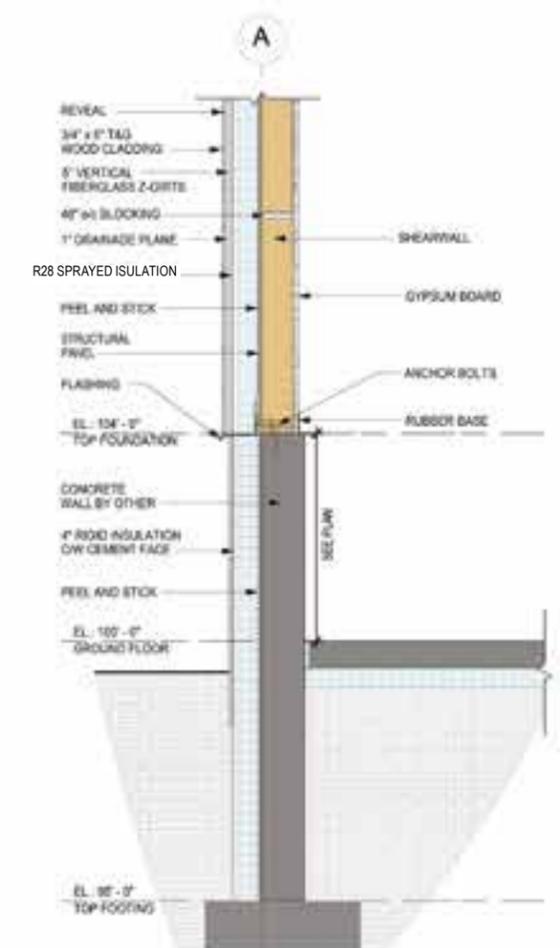
1 PARAPET DETAIL TYP.



2 ROOF DETAIL TYP.



3 WINDOW DETAIL



4 FOUNDATION DETAIL

Client



Architect



Engineer

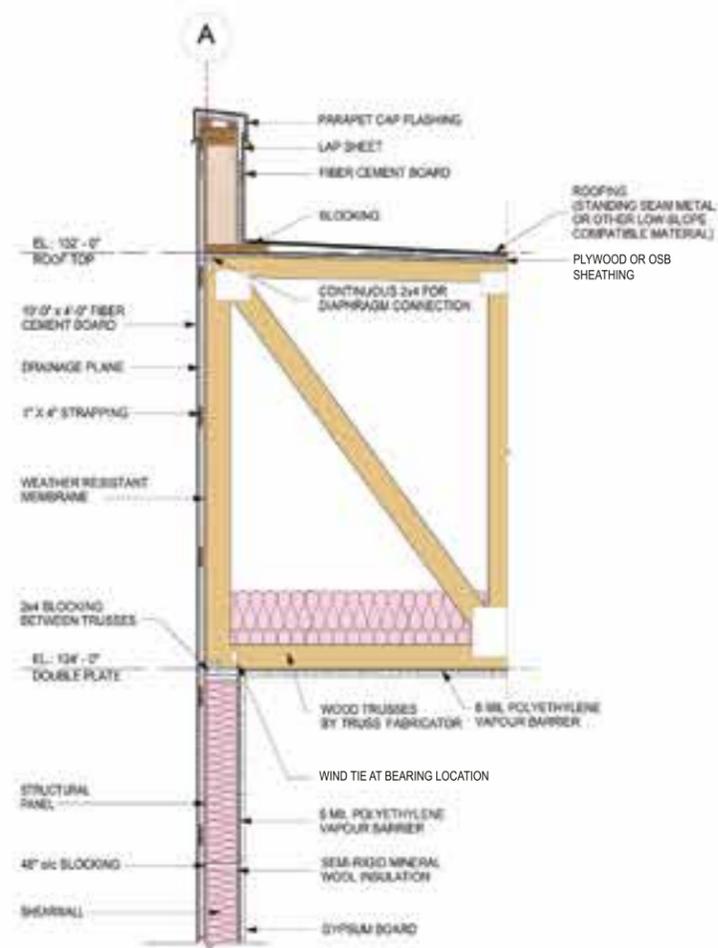


Drawing

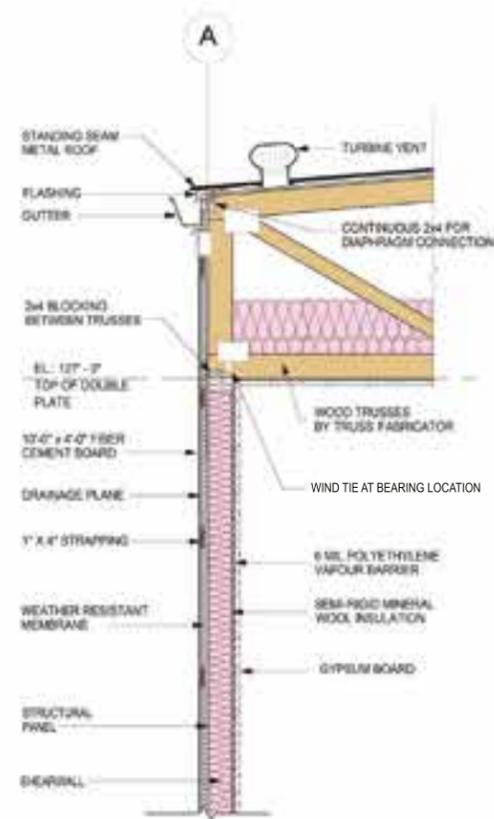
Exterior Insulation
Typical Envelope Details

Sheet Number

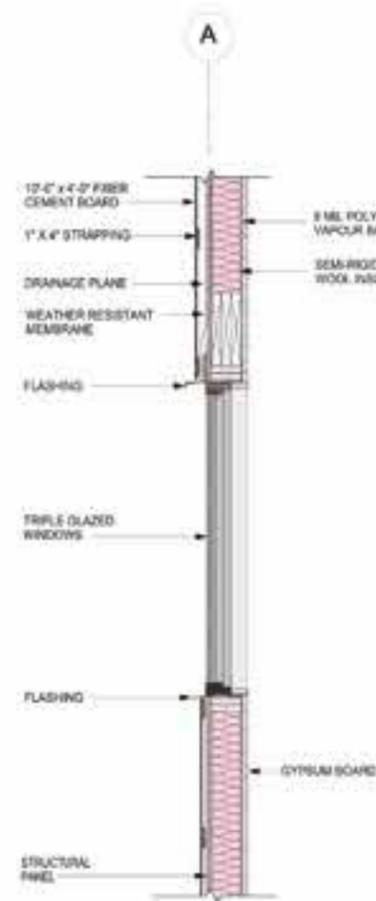
6



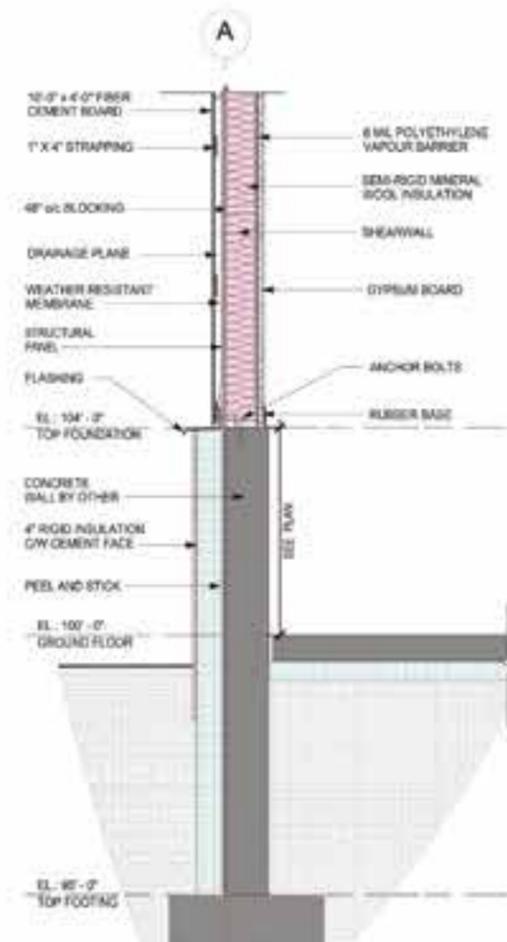
1 PARAPET DETAIL TYP.



2 ROOF DETAIL TYP.



3 WINDOW DETAIL



4 FOUNDATION DETAIL

Client

Architect

Engineer

Drawing

Sheet Number



Interior Insulation
Typical Envelope Details

7

ANNEXE 4.4 : CALCUL DES CARBONES

Gestimat est une plateforme Web qui permet d'estimer, d'analyser, de comparer et de présenter de façon juste et impartiale les émissions de GES dues à la fabrication (du berceau à la porte de l'usine, en anglais cradle-to-gate) des matériaux de structure de différents scénarios de bâtiments.

Son développement a toujours été fait dans une optique de neutralité qui sous-entend l'absence de parti pris.

Les émissions de GES sont quantifiées en multipliant les quantités de matériaux aux facteurs d'émissions de GES propres de chacun de ces matériaux.

Ces facteurs sont spécifiques aux émissions de GES dues à la fabrication des matériaux. Autrement dit, elles ne comprennent pas les émissions de GES associées aux autres étapes du cycle de vie du bâtiment, telles que l'usinage en préfabrication, la construction, l'exploitation, le transport des matériaux et la fin de vie. Les émissions associées à ces autres phases ne font donc pas partie de l'analyse.

Même si cette analyse ne se veut pas une analyse du cycle de vie, elle permet de connaître l'ordre de grandeur des bénéfices obtenus en termes d'émissions de GES quand on opte pour une structure en bois.

Le carbone intrinsèque des six projets a été calculé à l'aide de l'outil d'estimation Gestimat. Le sommaire présenté dans les tables ci-après montre les émissions de GES associées au béton, au bois et à l'acier des différents systèmes structuraux des bâtiments, exprimées en kilogramme d'équivalent en CO₂.

Analyse des émissions de gaz à effet de serre (GES)

GESTIMAT
Vers une construction à faible empreinte carbone

Unité commerciale / de vente au détail à un étage

Nom du projet : Unité commerciale / de vente au détail à un étage No du projet : 2.1
 Nom du scénario : Plan tel quel Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes :

Émissions de GES (kg éq. CO₂)

	Matériau				Total	%
	Béton	Bois	Acier	Autres		
Fondations	16 669	0	1 934	0	18 602	25.9
Poutres et colonnes	0	837	3 105	0	3 942	5.5
Planchers	34 560	0	2 270	0	36 830	51.4
Murs intérieurs	0	0	0	0	0	0
Murs extérieurs	0	2 333	784	0	3 117	4.3
Toitures	0	5 112	4 106	0	9 220	12.9
Total GES	51 229	8 282	12 200	0	71 711	100%
GES par m²	58.5	9.5	13.9	0	81.9	

Analyse des émissions de gaz à effet de serre (GES)

GESTIMAT
Vers une construction à faible empreinte carbone

Grand entrepôt avec espace de bureau attenant

Nom du projet : Grand entrepôt avec espace de bureau attenant No du projet : 2.2
 Nom du scénario : Plan tel quel Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes :

Émissions de GES (kg éq. CO₂)

	Matériau				Total	%
	Béton	Bois	Acier	Autres		
Fondations	55 527	0	8 738	0	64 265	19.9
Poutres et colonnes	0	3 593	2 656	0	6 249	1.8
Planchers	184 496	2 332	8 817	0	205 445	63.5
Murs intérieurs	0	1 184	289	0	1 473	0.5
Murs extérieurs	0	6 644	2 073	0	8 717	2.7
Toitures	0	17 931	18 417	0	37 348	11.5
Total GES	250 023	31 684	41 789	0	323 496	100%
GES par m²	69.5	8.8	11.6	0	89.9	

Analyse des émissions de gaz à effet de serre (GES)

GESTIMAT
Vers une construction à faible empreinte carbone

Grands locaux à bureaux avec espace d'entreposage attenant

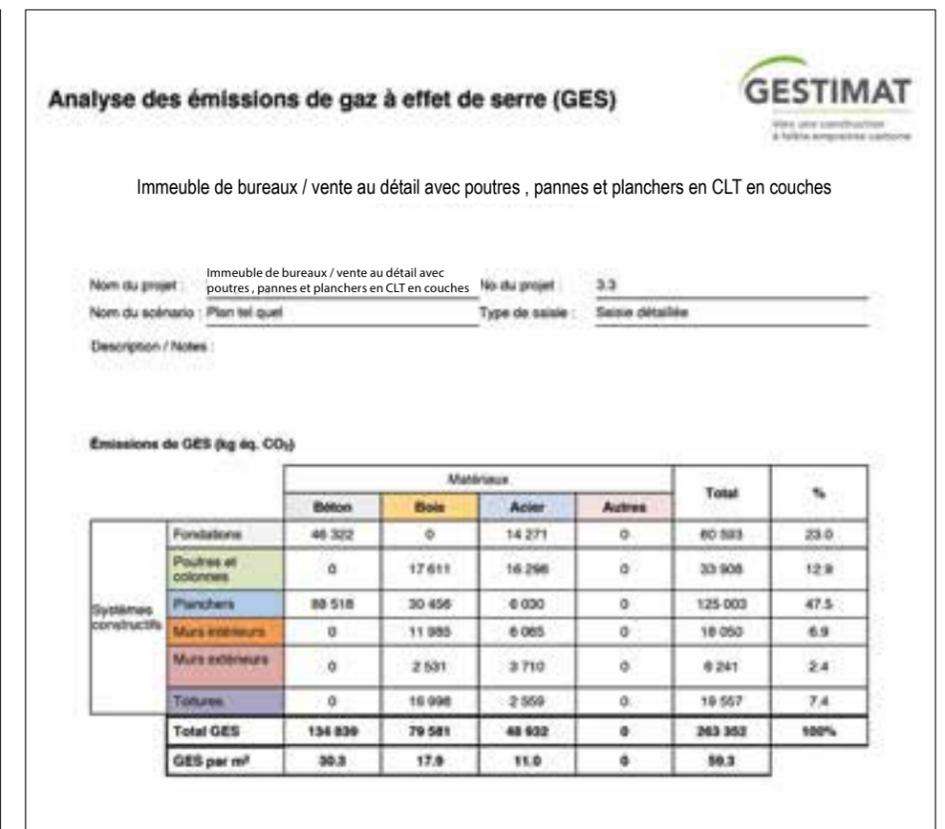
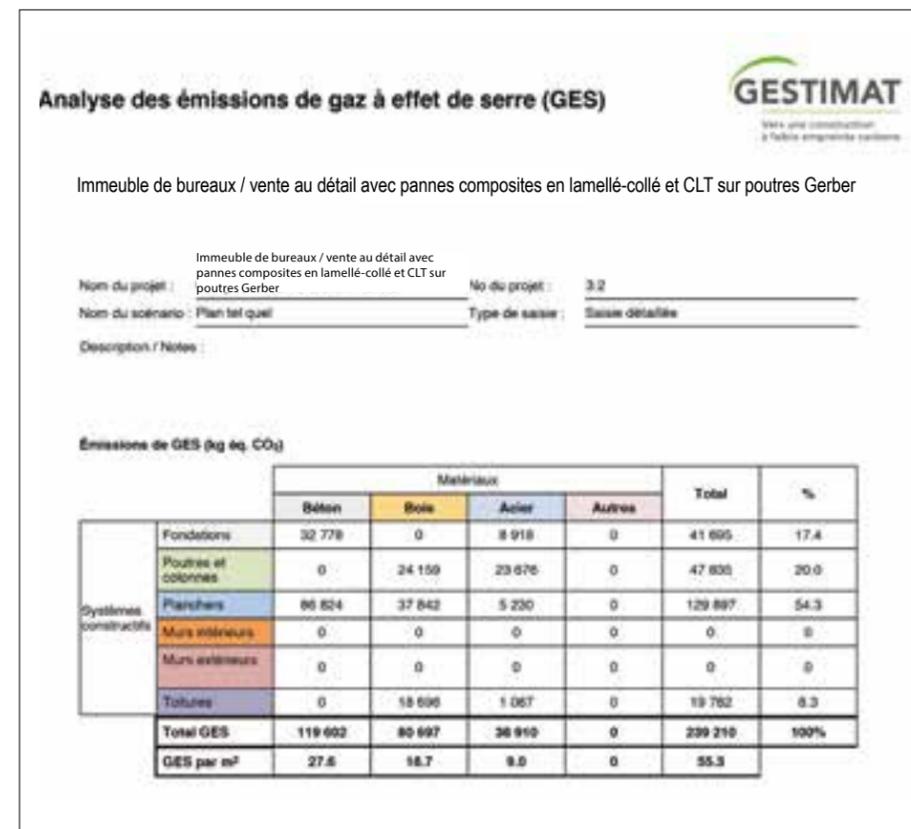
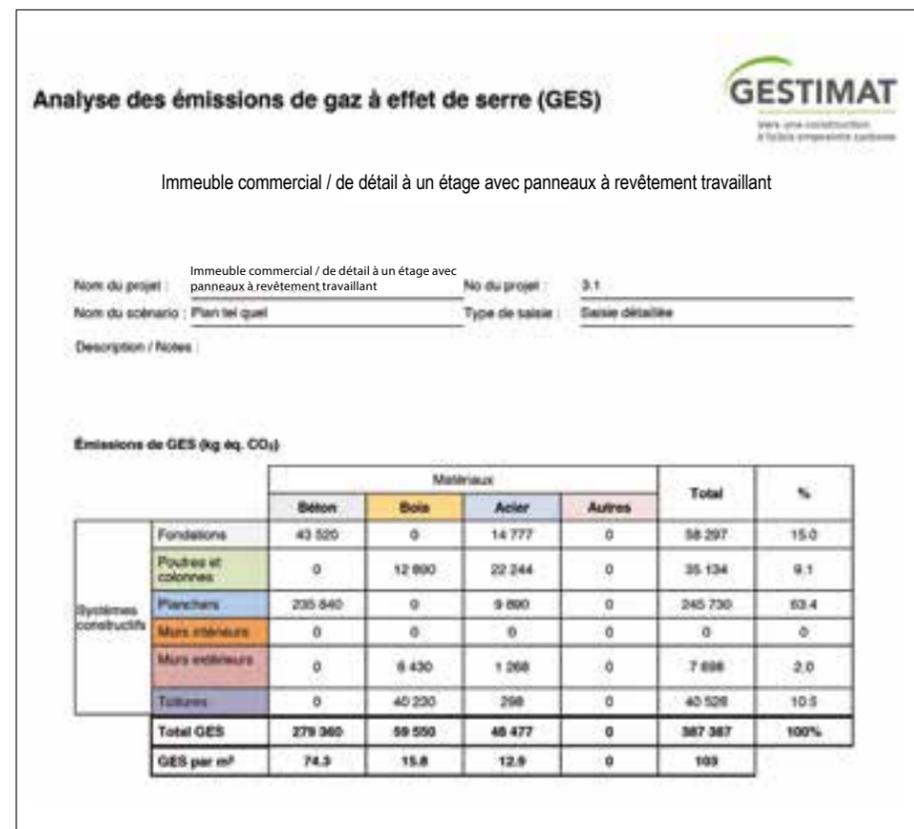
Nom du projet : Grands locaux à bureaux avec espace d'entreposage attenant No du projet : 2.3
 Nom du scénario : Plan tel quel Type de saisie : Saisie détaillée
 Description / Notes :

Émissions de GES (kg éq. CO₂)

	Matériau				Total	%
	Béton	Bois	Acier	Autres		
Fondations	19 762	0	1 805	0	21 617	27.4
Poutres et colonnes	0	666	85	0	767	1.0
Planchers	34 182	2 134	4 222	0	40 538	51.5
Murs intérieurs	0	454	179	0	633	0.8
Murs extérieurs	0	6 048	731	0	6 779	8.6
Toitures	0	4 150	4 278	0	8 428	10.7
Total GES	53 965	13 479	11 325	0	78 769	100%
GES par m²	47.3	11.8	9.9	0	69.0	

Avis au lecteur

Les calculs des émissions de GES reflètent les six projets commerciaux modèles tels que conçus et présentés dans ce livre. Les émissions de GES ont été calculées en utilisant des valeurs représentatives des systèmes et composants typiques utilisés dans diverses régions du Canada, mais ces calculs sont basés seulement sur les données de cycle de vie de matériaux produits au Québec. Actuellement, les informations n'incluent aucun impact de l'analyse du cycle de vie des composants de l'enveloppe et ne fournissent que les données du berceau à la porte de l'usine (cradle-to-gate). Les données des GES varieront selon la conception, le système structural utilisé, l'emplacement géographique et les données de cycle de vie des matériaux disponibles à l'échelle régionale



ANNEXE 4.5 : LISTE DES PARTICIPANTS AUX ATELIERS

Atelier dans l'ouest du Canada

Andreas Kaminski AKA Architecture + Design
 Bob Kritharis Weyerhaeuser
 Carla Dickof Fast + Epp
 Claude Lamothe Intra-Bois Inc.
 Dalibor Houdek FPIInnovations
 Dave Pasolli Western Wood Truss Association of Alberta
 Ed Lim United Building Systems
 Étienne Lalonde Canadian Wood Council
 Gordon Vetro Arrow Engineering
 Ilana Danzig Equilibrium Engineering
 Jason Bykewich Ethos Engineering Inc.
 Jayne Song AKA Architecture + Design
 Jennifer Yu Wood WORKS! BC
 Jerry Calara Wood WORKS! AB
 Jordan Levine Collabor8 Architecture
 Lucas Epp StructureCraft
 Lynne Embury-Williams Wood WORKS! BC
 Marc Alam Canadian Wood Council
 Melissa Kindratsky ISL Engineering and Land Services Ltd.
 Nate Bergen Seagate Structures Ltd.
 Nicholas Sills Structurlam
 Richard Heida MiTek Inc.
 Ron Kushneryk AcuTruss Industries
 Shafrazz Kaba Manasc Isaac Architect
 Simon Lintz Spearhead
 Troy Smith Group2 (Saskatoon)

Atelier au centre du Canada

Alex Nott Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry
 Chris Williams Timber Systems
 Claude Lamothe Intra-Bois Inc.
 Craig Nicoletti Engineering Link Inc.
 Eric Rioux Weyerhaeuser
 Étienne Lalonde Canadian Wood Council
 Frank Cicinelli SmartCentres Inc.
 Jim Burkitt Gow Hastings
 Marc Alam Canadian Wood Council

Marianne Bérubé Wood WORKS! Ontario
 Mark Fox Terra Nova Truss
 Mark Gaglione EllisDon
 Max Torossi Wood WORKS! Ontario
 Michelle Maybee CertainTeed
 Mohammad Mohammad Natural Resources Canada
 Myles Swift Centric Engineering
 Patrick Chouinard Element5
 Ray Katzman Louisiana Pacific
 Reed Kelterborn Wood WORKS! Ontario
 Rick Buhr BIRD Construction
 Rick Ward MiTek Inc.
 Tim Joyce Blackwell
 Vlad Bortnowski Stantec

Atelier dans l'est du Canada

Alain Côté Lemay Côté Architectes
 Bruno Verge Boon Architecture
 Cynthia Dinel Chevrons RBR
 Danny Després Léon Chouinard
 Denis Nadeau Nadeau Soucy Ellis
 Dominique Briand Structure Fusion
 Éric Rioux Weyerhaeuser
 Fernando Jr Leblanc-Carrera Stantec
 François Émery Emery Architecte
 Gérald Beaulieu Cecobois
 Guillaume B.-Blanchette Art Massif
 Jean-Philippe Carrier L2C Experts Conseils en structure
 Julien Brousseau Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec
 Kevin Below Douglas Consultants
 Kim Lajoie Davinci Structures
 Martin Richard KUB Architecture
 Maxime Turgeon GLRCM Architectes
 Normand Hudon CoArchitecture
 Pedro Da Sylva Goodfellow
 Richard Desjardins RWD Conseils

Samuel Beaudoin Structures Ultratec
 Simon Adnet Nordic
 Stéphane Langevin STGM Architectes
 Stéphane Rivest Bureau d'Études Spécialisées
 Sylvain Gagnon FPIInnovations
 Sylvain Ménard Université du Québec à Chicoutimi
 Vadim Siegel ABCP Architecture

Atelier national

Andreas Kaminski AKA Architecture + Design
 Bruno Verge Boon Architecture
 Claude Lamothe Intra-Bois Inc.
 Craig Nicoletti EngLink
 Cynthia Dinel Structures RBR
 Danny Després Léon Chouinard
 Eric Rioux Weyerhaeuser
 Étienne Lalonde Canadian Wood Council
 Francois Chaurette Cecobois
 Frank Cicinelli SmartCentres Inc.
 Guillaume B.-Blanchette Art Massif
 Jean-Philippe Carrier L2C Experts Conseils en structure
 Jennifer Yu Wood WORKS! BC
 Jerry Calara Wood WORKS! AB
 Mark Fox Terra Nova Truss
 Mark Gaglione EllisDon
 Max Garcia Element5
 Maxime Turgeon GLCRM Architectes
 Mohammad Mohammad Natural Resources Canada
 Myles Swift Centric Engineering
 Reed Kelterborn Wood WORKS! Ontario
 Richard Coxford Natural Resources Canada
 Richard Poirier Cecobois
 Rick Buhr BIRD Construction
 Rick Ward MiTek Inc.
 Ron Kushneryk AcuTruss Industries
 Stéphane Rivest Bureau d'études spécialisées

ANNEXE 4.6 : PUBLICATIONS CCB SUR LES CONSTRUCTIONS COMMERCIALES DE FAIBLE HAUTEUR

Encadré

Vous trouverez ci-dessous des liens vers des ressources en ligne, sous forme de PDF téléchargeables, d'études de cas produites par des organismes Wood WORKS! régionaux.

Diverses constructions de faible hauteur :

<https://wood-works.ca/wp-content/uploads/WOOD-insert-Fall2018.pdf>

Constructions commerciales de faible hauteur :

<https://wood-works.ca/wp-content/uploads/Final-English2.pdf>

Magasins de détail :

<https://wood-works.ca/wp-content/uploads/2020/10/Final-Fall-Magazine-Insert.pdf>

Bâtiments d'urgence :

https://wood-works.ca/wp-content/uploads/Wood_Winter-Insert-2018-78.pdf

https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/publications-casestudy-Hamilton_and_Oyster_River_Fire_Halls/

Bâtiments industriels :

https://wood-works.ca/wp-content/uploads/Wood_Fall-2017-77.pdf

https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/Industrial_Buildings_-_A_case_study-updated/#page=1

Bâtiments municipaux :

https://wood-works.ca/wp-content/uploads/WoodWorksInsert_Winter_16-17-v2-1.pdf

Bureaux :

<https://wood-works.ca/wp-content/uploads/Final-English-1.pdf>

Bibliothèques :

<https://wood-works.ca/wp-content/uploads/Final-Insert-Fall.pdf>

<https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/publications-casestudy-AngusGlen/>

https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/Meadows_Case_Study_nocrops/

https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/publications-casestudy-Slave_Lake_Centre1/

https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/publications-casestudy-Timmins_Library1/

Restaurants :

https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/publications-casestudy-BC_Restaurants/

Églises :

https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/publications-casestudy-Korean_Presbyterian_Church/

<https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/publications-casestudy-RockCommunityChurch1/>

Centres de loisirs, d'accueil, d'administration :

<https://wood-works.ca/wp-content/uploads/2019/09/greengables-casestudy.pdf>

https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/Bill_Fisch_Ontario_WoodWorks_Case%20Study_proof/

https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/publications-casestudy-Banff-Recreation-Case-Study_LR/

https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/publications-casestudy-CentrePlace_Manitoba/

<https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/publications-casestudy-CommunityResourceCenter/>

<https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/Edmonton-Transit-System/>

<https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/publications-casestudy-VanDusen1/>

Brasseries :

https://cwc.ca/wp-content/uploads/flipbooks/publications-casestudy-Grizzly_Paw_Brewery-1/

Autres publications présentant des constructions de faible hauteur parmi d'autres types de projets :

https://wood-works.ca/wp-content/uploads/2020/01/Wood_Insert-Winter-2019-0-Jan-15.pdf

https://wood-works.ca/wp-content/uploads/2019/09/Wood_Insert-2019.pdf

<https://wood-works.ca/wp-content/uploads/English-Fall-2016.pdf>

<https://wood-works.ca/wp-content/uploads/Final-English-Insert.pdf>

<https://wood-works.ca/wp-content/uploads/Final-English.pdf>

Bien que les bâtiments commerciaux de faible hauteur aient traditionnellement été construits avec d'autres matériaux, il existe plusieurs projets similaires à travers le Canada où le bois a été utilisé avec succès. Plusieurs ont été documentés dans des bulletins techniques ou des études de cas qui sont disponibles sur le site Web du CCB.



stgm

2980

ambone

ambone

cargo

H&A

ambone

ambone