بسم الله الرحمن الرحيم

جـــــــامعة بوليتكنـــــــك فلســــــــطين

كلـــــــية الهندســـــــة
دائــرة الهندســـة المـدنية والمعمــارية

مشروع تخرج بعنوان

"♥" التصميم الانشائي لمجمع سكني "♥"

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على

درجة البكالوريوس في تخصص الهندسة المدنية

فـــــــريق العمـــــــل

أحمد حسن حمدان
محمد حامد مصري
حمزة رائد بشير
أيمن ياسر مطور

إشراف الاستاذ:

م. حمدي ادعيس

السنة الدراسية 2020-2021

الاهداء

الى

معلم البشرية ومنبع العلم نبينا محمد (صلى الله عليه وسلم)

الى مثل الابوة الاعلى والدي العزيز

الى حبيبة قلبي الاولى امي الحنونة الى

رمز الحنان الى ام كل الناس جدتي الغالية

الى الحب كل الحب اخوتي واخواتي

الى كافة الاهل والاصدقاء

الى من مهدوا الطريق امامي للوصول الى ذروة العلم

اهدي هذا الجهد المتواضع

الى من اعطونا النقاط لنضعها على الحروف

الى من نفخوا من افواههم الكلمات لنصنع بها مستقبل زاهر

اساتذتي الافاضل

لكم جميعاً

الشكروالتقدير

إن الشكروالتقديرلله وحده كما يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه اولا وأخيرا

نتقدم بجزيل الشكروالامتنان

إلى

جامعة بوليتكنيك فلسطين

إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

وكذلك إلى طاقمها الإداري والتدريسي

لابد لنا ونحن نخطو خطو اتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها

في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثيرباذلين بذلك جهودا كبيرة في

بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد

وقبل أن نمضي نقدم أسمى آيات الشكروالامتنان والتقديروالمحبة إلى الذين حملوا أقدس

رسالة في الحياة

إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة

إلى جميع أساتذتنا الأفاضل واخص بالذكر

الاستاذ حمدي ادعيس مشرف المشروع

ملخص المشروع

تتلخص فكرة المشروع في عمل التصميم الإنشائي وكافة التفاصيل لمجمع سكني تجاري مكون من مبنى يحتوي على اثني عشر طابقا.

يحتوي المشروع على التفاصيل الكاملة لتحليل الأحمال الرأسية والأفقية ثم توزيعها على العناصر الإنشائية الأفقية والرأسية، ثم التحاليل الإنشائية الخاصة بكل عنصر، ثم التصميم الإنشائي حسب الكود المتبع، وقد تمت مراجعة جميع الخرائط المعمارية لتتوافق مع التصاميم الإنشائية كما تم تجهيز جميع المخططات الإنشائية مع التفاصيل التنفيذية الكاملة.

List of abbreviations:

- As: Area of non-prestressed tension reinforcement
- Av: Area of shear reinforcement within a distance
- At: Area of one leg of a close stirrup resisting tension within a(s).
- b: Width of compression face of member
- bw: Web of width, or diameter of circular section
- DL: Dead loads
- LL: Live loads
- d: Distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement
- Fy: Specified yield strength of non-prestressed reinforcement
- h: Overall thickness of member
- I: Moment of inertia of section resisting externally applied factored loads
- M: Bending moment
- Mu: Factored moment at section
- S: Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement
- Vc: Nominal shear strength provided by concrete
- Vn: Nominal shear stress
- Vs: Nominal shear strength provided by shear reinforcement
- Vu: Factored shear force at section
- W: Width of beam or rib
- Ø: Strength reduction factor
- P: Ratio between area of concrete to area of steel

الفهرس

الموضوع:

صفحة العنوان الرئيسية

صفحة الاهداء.....

صفحة الشكر والتقدير.....

صفحة الملخص.....

صفحة الاختصارات.....

الفهرس.....

الفصل الاول – المقدمة:

1-1 المقدمة.....

2-1 نظرة عامة .....

3-1 مشكلة المشروع .....

4-1 اسباب اختيار المشروع.....

5-1 اهداف المشروع .....

6-1 خطوات المشروع.....

7-1 وصف المشروع.....

الفصل الثاني –وصف المعماري:

2-1 مقدمة.....

2-2 لمحه عامه عن المشروع .....

2-3 موقع المشروع.....

2-4 وصف الطابق .....

2-5 الواجهات .....

2-5-1 الواجهة الجنوبية.....

2-5-2 الواجهة الغربية.....

2-5-3 الواجهة الشمالية .....

2-5-4 الواجهة الشرقية.....

2-6 القطاعات .....

2-7 وصف الحركة.....

الفصل الثالث – الوصف الانشائي:

3-1 المقدمة.....

3-2 هدف التصميم الانشائي .....

3-3 الأحمال.....

3-3-1 الأحمال الميتة.....

3-3-2 الأحمال الحية.....

3-3-3 الاحمال البيئية .....

3-3-3-1 أحمال الثلوج.....

3-3-3-2 أحمال الزلازل.....

3-3-3-3 أحمال الرياح.....

3-4 الاختبارات العملية .....

3-5 وصف العناصر الانشائية: .....

3-5-1 العقدات.....
3-5-2 الجسور.....
3-5-3 الاعمدة.....
3-5-4 جدران القص .....
3-5-5 الاساسات.....
3-5-6 الادراج.....
3-5-7 فواصل التمدد.....
3-6 برامج الحاسوب المتوقع استخدامها.....

الفصل الرابع- التحليل والتصميم الانشائي:

4-1 مقدمة .....
4-2 تصميم عقدة مصمتة باتجاه واحد .....
4-3 تصميم عقدة مفرغة باتجاه واحد .....
4-4 تصميم الجسر .....
4-5 تصميم العمود .....
4-6 تصميم الجدران الحاملة .....
4-7 تصميم الدرج .....
4-8 تصميم جدران القص .....
4-9 تصميم عقدة مصمتة باتجاه واحد لبيت الدرج .....

INTRODUCTION TO THE PROJECT

المقدمة

الفصل الأول

المقـــدمـــة

1-1 مقدمة.....11

1-2 نظرةعامة..... 11

1-3 مشكلة المشروع..... 11

1-4 أسباب اختيار المشروع..... 12

1-5 الهدف من المشروع..... 12

1-6 خطوات المشروع..... 13

1-7 وصف المشروع..... 13

1-1 المقدمة:

1. الهندسة بصفة عامة هي الجسد الذي يجمع بين الأدوات التقنية المتاحة والأنشطة والمعرفة، فهي النشاط الاحترافي الذي يستخدم التخيل والحكمة والذكاء في تطبيق العلوم والتكنولوجيا والرياضيات والخبرة العملية لكي تستطيع أن تصمم وتنتج وتدير العمليات التي تتناسب واحتياجات البشرية.

2. الهندسة المدنية عموما هي الوسيلة الوحيدة التي تجعل من العالم مكانا انسب وأصلح للعيش فيه.

3. وهندسة المباني خصوصاً هي الهندسة التي تعتني بجانب توفير المسكن المطلوب بالمواصفات المطلوبة وبالجودة المطلوبة وبالموارد المتاحة لكل فرد في المجتمع.

4. والمهندس المدني هو الذي يقوم بالتصميم والتنفيذ والإشراف على تنفيذ المشاريع المختلفة، ويكمن دوره الفعال في ارتباط عمله ارتباطا وثيقاً بأرواح البشر.

2-1 نظرة عامه عن المشروع:

يعد السكن حاجة أساسية للإنسان، باعتباره مصدرا لاستقراره مع أسرته، حيث يرغب الجميع في الحصول على مسكن بمواصفات مختلفة تتلأم مع اختياراتهم وإمكانياتهم، لذلك كان من الضروري وضع ضوابط ليتم البناء وفق تصميم محدد ينسجم مع المظهر العام للمدينة ويحافظ على خصائصها، وتندرج هذه الضوابط في نسق قانوني يسمى بقانون التعمير أي مجموع القواعد القانونية المتعلقة بتهيئة الحواضر وتحديد آليات التحكم في التطور المديني.

ولقد تم اختيار مجمع سكني تجاري لنقوم بتقديمه كمشروع تخرج ولنقوم بدراسة انشائية بشكل متكاملة وتشمل التحليل الانشائي وتصميم عناصر المبنى بحيث يكون قادرا على تحمل القوى المؤثرة عليه.

3-1 مشكلة المشروع:

مشكلة هذا المشروع عند عمل التصميم الانشائي للمجمع الذي تم اختياره ليكون ميدانا لهذا البحث، وفي هذا المشروع سوف يتم تحليل كل عنصر مثل: الجسور، والاعمدة، والاساسات، وغيرها من العناصر الانشائية، وبتحديد الاحمال الواقعة على العناصر الانشائية.
وكذلك أخذ بعين الاعتبار عامل الامان للمبنى وكذلك الجانب الاقتصادي، ومن ثم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الانشائية التي تم تصميمها، للانتقال بهذا المشروع من حيز الاقتراح الى حيز التنفيذ.

4-1 أسباب اختيار المشروع:

هناك عدة اسباب أدت الى اختيار هذا المشروع، منها أسباب تتعلق بكونه مجمع سكني تجاري، وأخرى تعود الى أسباب شخصية يمكن تلخيصها على النحو التالي:

* **الأسباب المتعلقة بطبيعة المشروع:**

1) المشروع هو مجمع سكني تجاري يمكن من خلاله دراسة العناصر الانشائية وتحليلها بما يتناسب مع المؤهلات والمهارات العلمية التي اكتسبناها من خلال الدراسة في مجال المهن الهندسية.
2) لأن هذه المشاريع يتم تنفيذها بشكل واسع في مجتمعنا.

* **الأسباب الشخصية:**

1) المشروع حجمه متوسط يتناسب مع قدراتنا كطلاب .
2) تم الموافقة عليه من قبل المشرف.
3) السبب الرئيسي والاهم ان يكسبنا الخبرة والمهارة ليعطينا الدعم الى الامام.

5-1 أهداف المشروع:

يهدف هذا المشروع الى ما يلي:

1- عمل التصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية المختلفة في المشروع.
2- التأهيل والتدريب على كيفية التنسيق بين الوظيفتين الإنشائية والمعمارية للمنشأ.
3- ربط علاقة بين النواحي النظرية التي اكتسبناها بالجامعة بالنواحي العملية التي تعرفنا عليها في سوق العمل من خلال مساقات التدريب الميداني.
4- اكتساب مهارات استخدام الحاسوب في عملية التصميم الإنشائي بما يرفع من كفاءة ومؤهلات المهندس المدني قبل الانتقال الى سوق العمل.
5- ربط المعلومات وتطبيق المعادلات التي تم دراستها في المساقات المختلفة.
6-معرفة واستخدام الكود المناسب.
7- معرفة الأحمال التي يتعرض لها المنشأ وتأثير الأحمال عليه.
8- تحضير مخططات إنشائية كاملة تفصيلية بحيث يستطيع أي مهندس انشائي فهم هذه المخططات.

6-1 خطوات المشروع:

1- عمل دراسة كاملة ومفصلة لكافة المخططات المعمارية " موقع عام، مساقط، واجهات، وقطاعات " وذلك من أجل إيجاد علاقة كامله بين كافة المخططات وربطها مع بعضها البعض.

2- عمل دراسة لتوزيع العناصر الانشائية في المبنى وخاصة الأعمدة بحيث لا تؤثر على العناصر المعمارية والتقسيمات المختلفة والحركة في داخل المبنى.

3- دراسة انشائية للمبنى بحيث يتم تحديد العناصر الإنشائية والأحمال الواقعة على المبنى، واعتماد النظام الإنشائي.

4- التحليل الإنشائي لبعض العناصر الإنشائية.

5- التصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية المختارة.

6- إعداد المخططات الإنشائية التنفيذية للعناصر المصممة.

7- كتابة المشروع وإخراجه بصورته النهائية.

7-1 وصف المشروع:

تناسقت محتويات هذا المشروع مع التسلسل العملي للخطوات التي يتضمنها، حيث يقع هذا المشروع ضمن خمسة فصول على النحو التالي

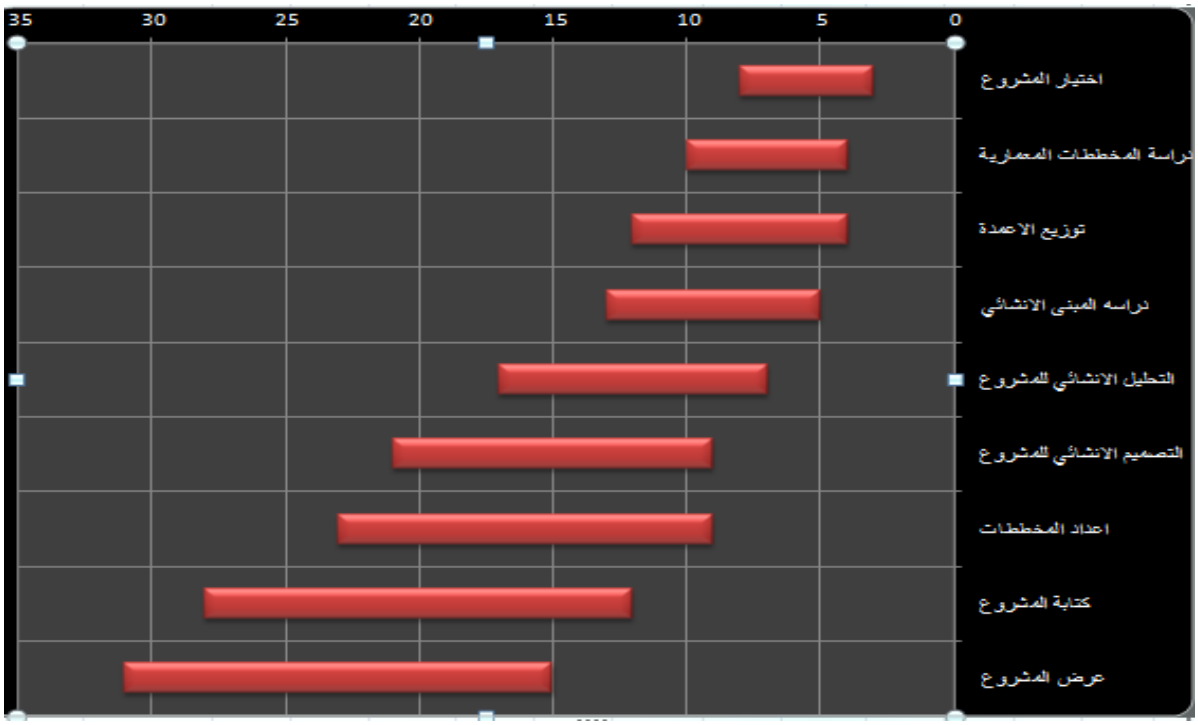
الفصل الأول: المقدمة.

الفصل الثاني: الوصف المعماري.

الفصل الثالث: الوصف الإنشائي.

الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر.

الفصل الخامس: النتائج المتوقعة والتي تم الوصول اليها.



شكل رقم (1-1) يبين الجدول الني للمشروع

DETAILING ARCHITECTURAL

الوصف المعماري

الفصل الثاني.

الوصف المعـــماري

2 - 1 مقدمة..... 17

2 - 2 لمحة عامة عن المشروع..... 17

2 - 3 موقع المشروع 17

2 - 4 وصف الطوابق..... 19

2 – 5 وصف الواجهات..... 24

2 – 5 – 1الواجهة الجنوبية..... 25

2 – 5 – 1الواجهة الغربية..... 26

2 – 5 – 1الواجهة الشمالية..... 27

2 – 5 – 1الواجهة الشرقية..... 28

2 - 6 القطاعات..... 29

2 - 7 وصف الحركة..... 31

2-1: المقدمة:

من أهم أهداف التصميم المعماري تلبية الاحتياجات المرجوة من البيت من فراغات وحركة وأجواء مريحة، وابراز الناحية الجمالية والمعمارية.

وتختلف متطلبات واحتياجات الحياة باختلاف الافراد والمكان والزمان، فقد تنوعت الاحتياجات وازدادت مع التقدم الحضاري، فقدرة الانسان على التكيف والراحة تتأثر بالشكل والتصميم المعماري والانشائي للبيت، ومن هذا المنطلق فعلينا الاجتهاد للخروج بتصميم انشائي ومعماري يلبي جميع احتياجات الانسان ومتطلبات حياته اليومية.

2-2: لمحة عامة عن المشروع:

تظهر براعة المهندس المعماري عند تصميمه لأي منشأ عندما يراعي ملائمة المبنى لاستعمالاته، كما وتظهر براعة المهندس في التعامل مع ظروف أرض المشروع مهما كانت، سواء من ناحية موقع الأرض أو شكلها.

فعملية التصميم لأي منشأ تتم عبر عدة مراحل، تبدأ بالتصميم المعماري الذي يحدد شكل المنشأ، ويأخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة، حيث يجري التوزيع الأولي لمرافقه، بهدف توزيع الفراغات والأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع محاور الأعمدة، وتتم في هذه العملية أيضا دراسة الإنارة والعزل والتهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية حيث إن من أهم أهداف هذا التصميم تحقيق الراحة والسهولة واليسر، وذلك للوصول إلى المكان المنشود وتوفير كل ما يلزم من راحة للساكن.

أما الموقع العام وعلاقته بالمبنى فتم تصميمه بما يراعى المشروع السكني التجاري، وهذا يتطلب استغلال جميع ارض المشروع، حيث إنه من الضروري وجود ساحات خارجية وفراغات جمالية مع مراعاة القوانين والتشريعات المطبقة في المنطقة مع الاهتمام بالعناصر الجمالية في المشروع بما يحقق الراحة النفسية للسكان.

2-3: موقع المشروع:

يتم اختيار الموقع وتحديده بناءً على ما يلائم المشروع ومدى فعاليته وتجاوبه مع مشكلة المشروع بصورة أولية حيث يتم اختيار ثلاث مواقع وجمع المعلومات الأساسية عنها ثم تتم المفاضلة بينهم وفق معايير محددة ولكن يجب مراعاة بعض النقاط في الاختيار الأولي للمواقع منها:

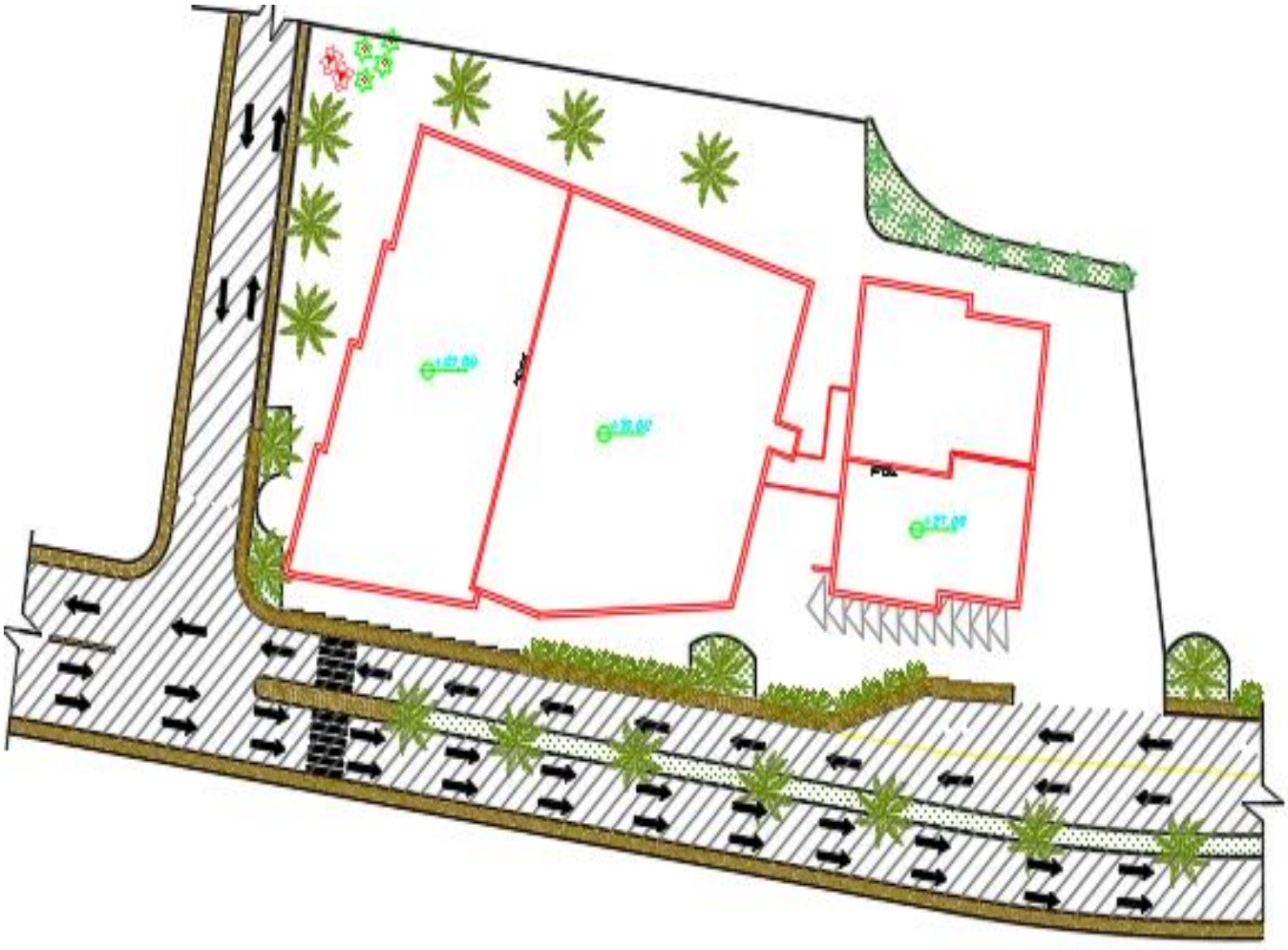
1 – مساحة الموقع

2 – علاقة الموقع مع الخدمات المحيطة – محطات الكهرباء وشبكة المياه.

3 – سهولة الوصول للموقع – ارتباطه مع شبكة الطرق الرئيسية.

4 – شكل الموقع وحدوده الخارجية – مربع أم مستطيل أم غير منتظم.

5 – التطور الاقتصادي للموقع – القيمة الاقتصادية مستقبلا.



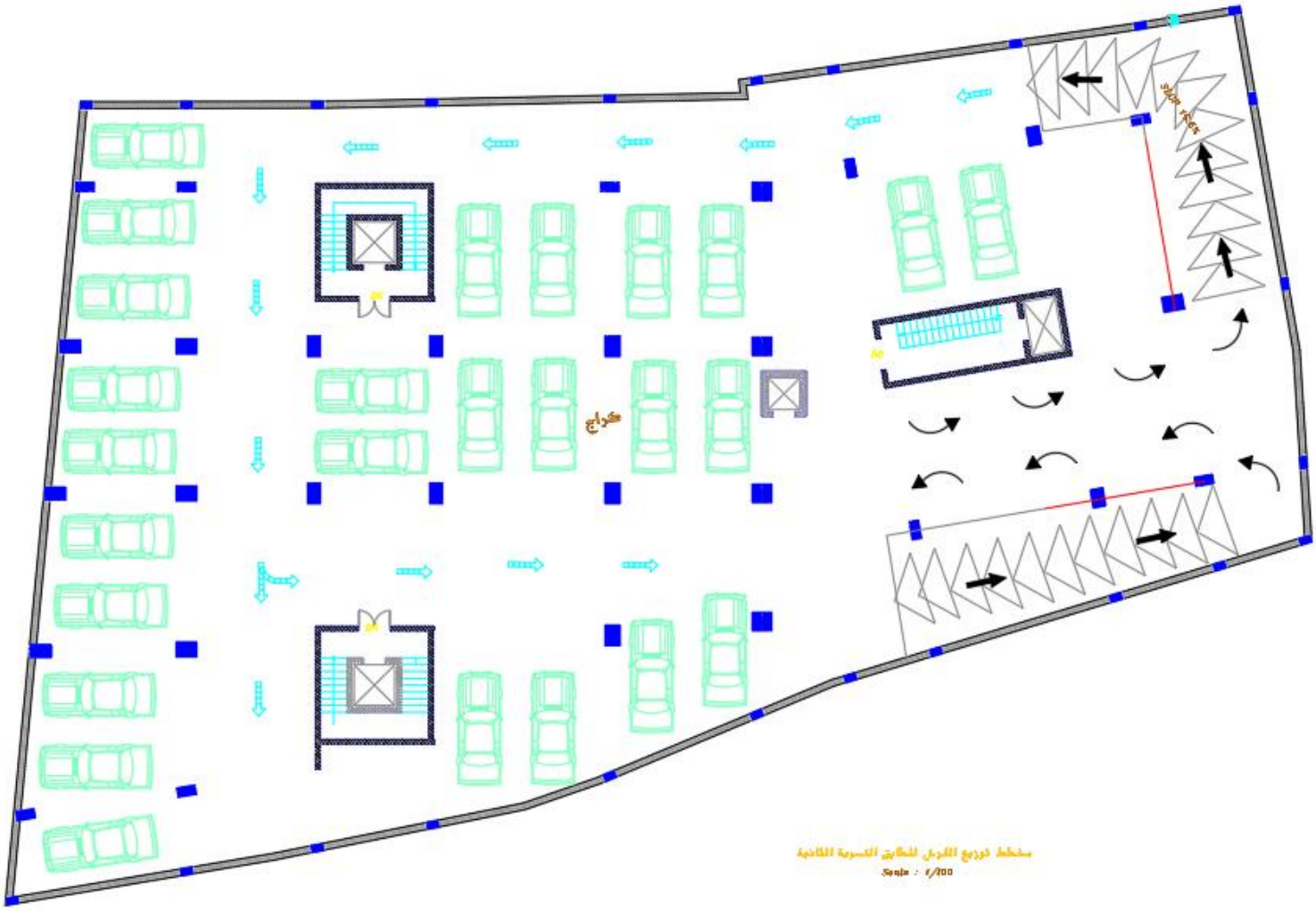
موقع المشروع

4-2: وصف الطوابق

يتكون المشروع الانشائي من اثني عشر طابقا:

طابق الكراجات الثاني:

يتكون طابق الكراجات الثاني من 26 موقف سيارة بالإضافة الى أربع مصاعد وثلاث بيوت درج ويتسم الطابق باليسر بالحركة وسهولتها وتبلغ مساحته 1623.00 م^2.

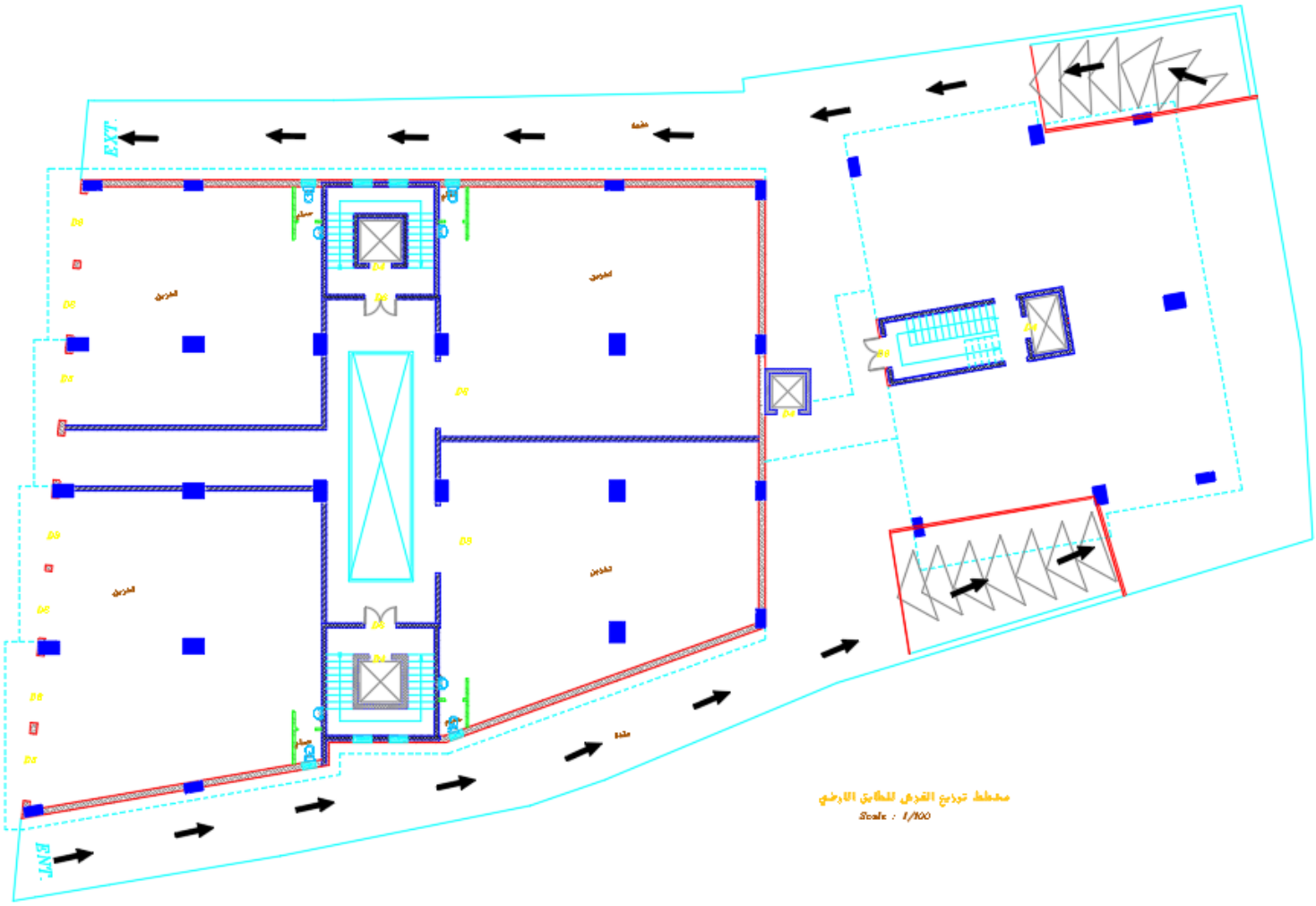


طابق الكراجات الأول:

يتكون طابق الكراجات الثاني من 26 موقف سيارة بالإضافة الى أربع مصاعد وثلاث بيوت درج ويتسم الطابق باليسر بالحركة وسهولتها وتبلغ مساحته 1623.00 م^2.

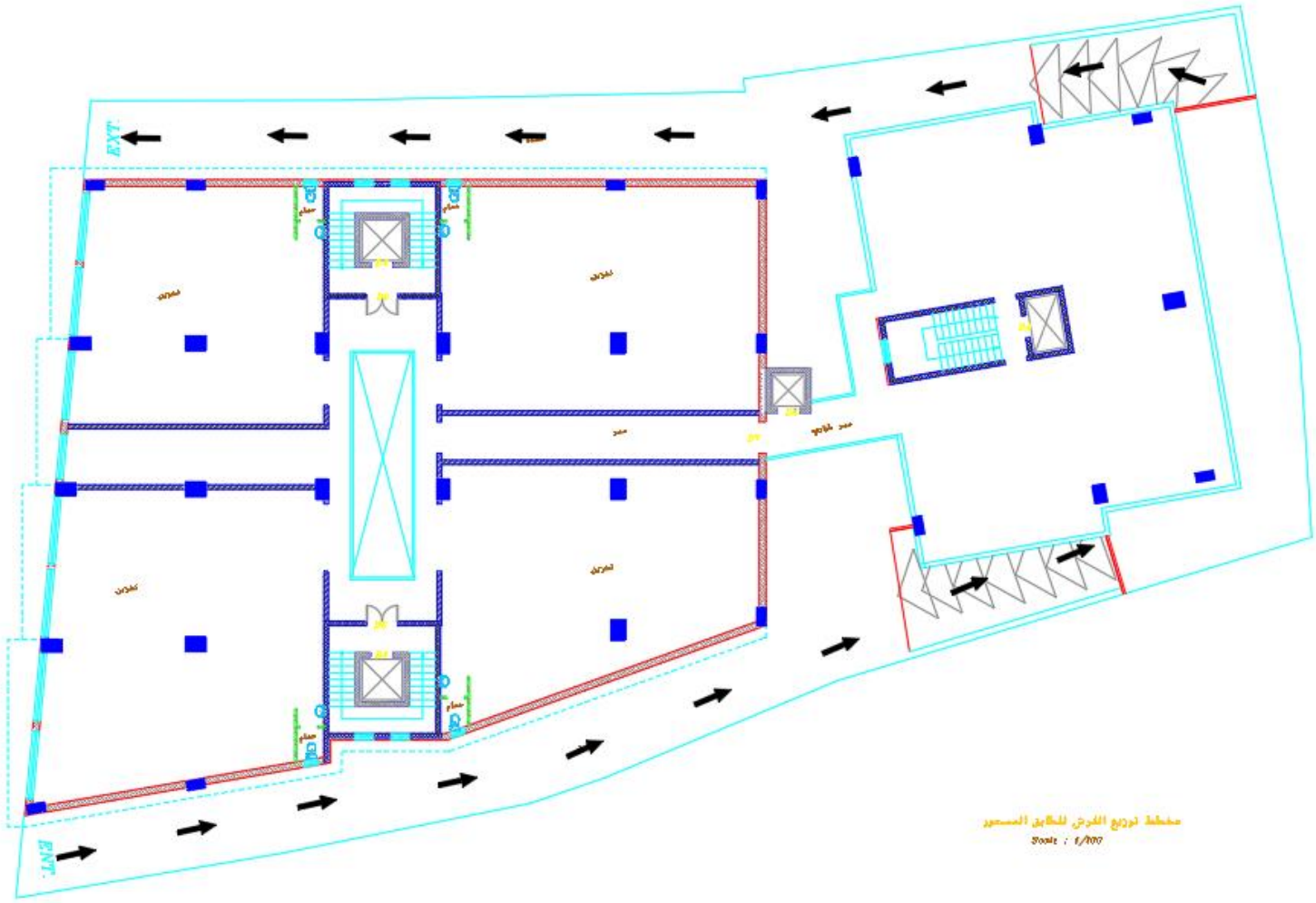
الطابق الارضي:

يتكون الطابق من سبع محال تجارية على الشارع الرئيسي وأربع مصاعد وثلا بيوت درج وتبلغ مساحته 1113.00 م^2.



الطابق المسحور:

يتكون الطابق من أربع مخازن وأربع مصاعد وثلاثة بيوت درج وتبلغ مساحته 1113.00 م^2.



الطابق الاول ـ السابع:

يتكون كل طابق من ست شقق سكنية وكل شقة سكنية تتكون من ثلاث غرف نوم بالإضافة الى المطبخ ووحدات صحية بالإضافة الى صالون وصالة وثلاث بيوت درج وأربع مصاعد ومنور على كامل طول المبنى وتبلغ مساحة كل طابق منها 1113.00 م^2.

طابق الروف:
تم انشائه أعلى المبنى وبمساحة لا تتجاوز نصف مساحة الطابق الأخير.

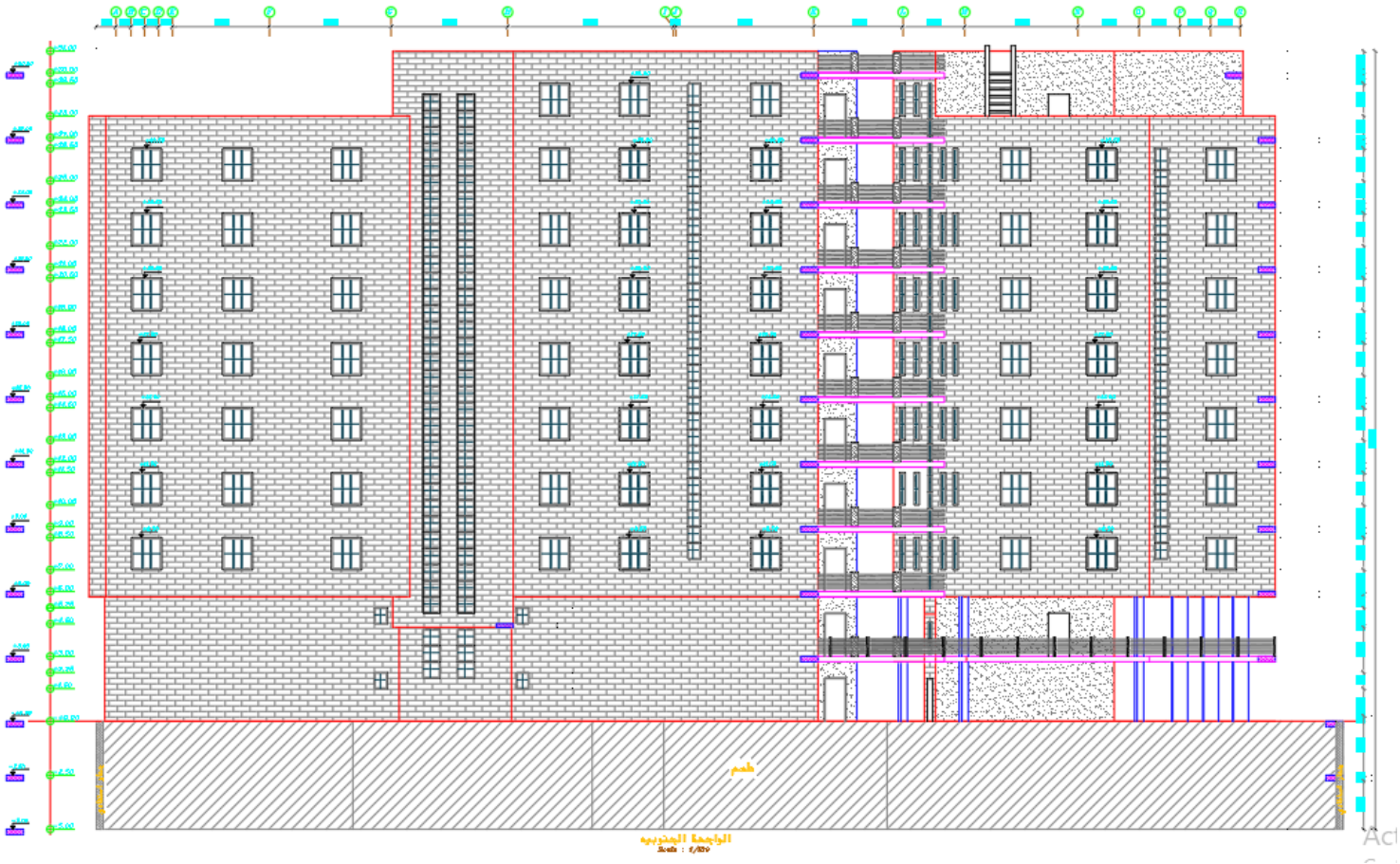
5-2: واجهات المبنى

تعتبر واجهة المنزل هي المرآه الأولى التي تعكس للناظر التوافق والتجانس والفكر السليم الذي يتمتع به المعماري الذي قام بتصميمها، تعتبر أيضا عمل هام من أعمال تصميم المباني، فهي الجزء المرئي من العمل المعماري ولذلك فإنها العامل الأول للحكم على المبنى بالنجاح أو الفشل.

وفي هذا المبنى واجهات المبنى الأربع غير ملاصقة لأي أبنية مجاورة مما ساعد في توفير الإنارة الطبيعية والـتهوية المثلى للمبنى كما أن وجود الشبابيك في واجهات المبنى ساهم بشكل أفضل في إنـارة وتـهوية المبنى، ويبلغ الارتفاع الكلي للمبنى حوالـي (31.00 m)، بالإضافة إلى ذلك أخذ بعين الاعتبار وجود بروزات للحفاظ على عنصر التهوية للمبنى مثل البلاكين وإبراز عنصر الجمال المعماري.

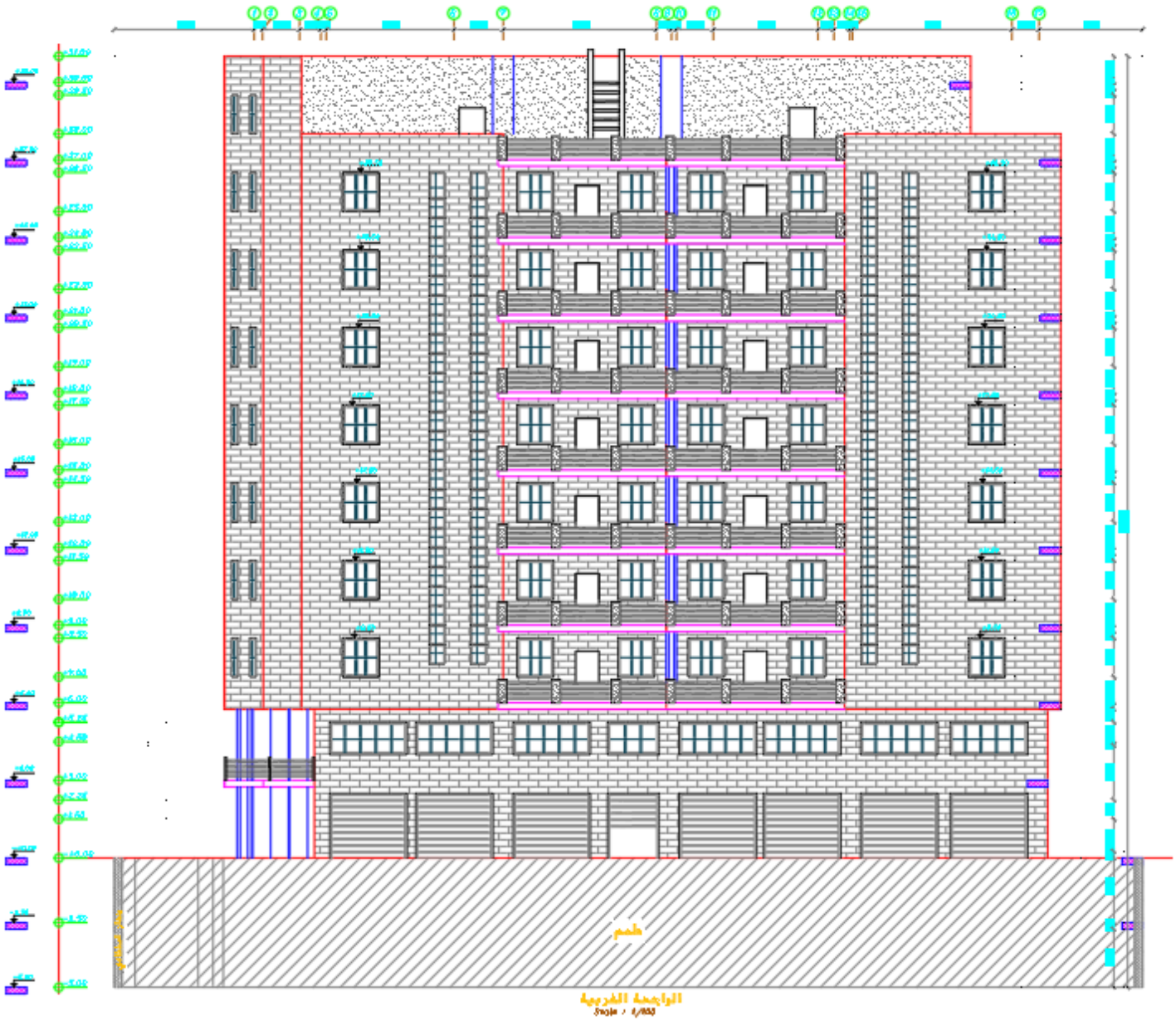
1-5-2: الواجهة الجنوبية

هي عبارة عن واجهة مبنية من حجر الطبزة وتحتوي على شبابيك للتهوية والاضاءة الطبيعية، وتحتوي على مجموعة من الشبابيك الخاصة بالمبنى، وأيضا تحتوي على بلاكين للتهوية لزيادة الانارة الطبيعية وتحتوي على شبابيك بيت الدرج والتي تظهر على طول المبنى.



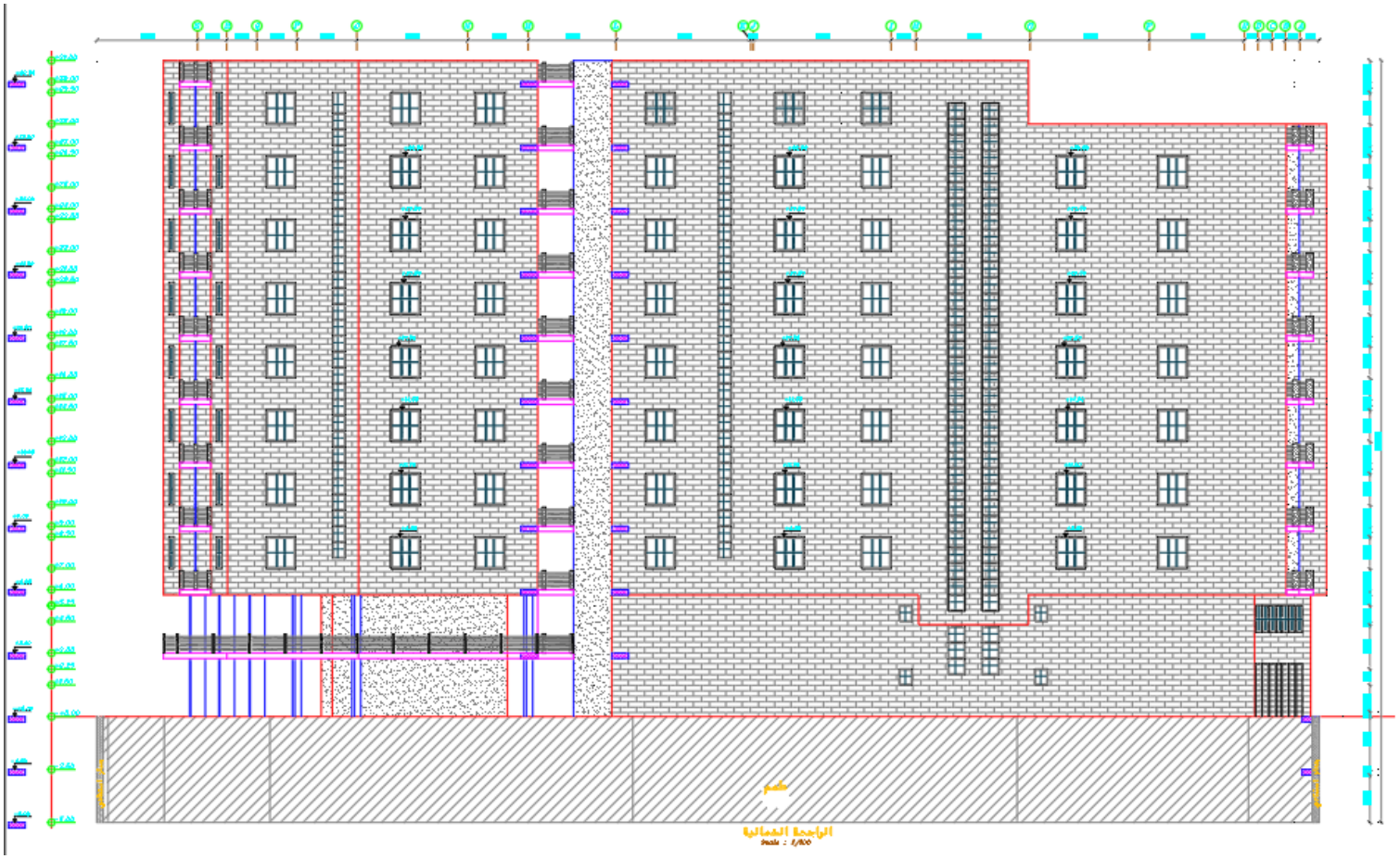
2-5-2: الواجهة الغربية

هي عبارة عن واجهة مبنية من حجر الطبزة يظهر فيها أبواب المحال التجارية بالإضافة الى المدخل الرئيسي للمبنى ويظهر فيها شبابيك المبنى وعدد من الكسرات التي تبرز جمالية المبنى بالإضافة الى ظهور بعض البلاكين وايضا يظهر بها شبابيك بيتي درج والتي تظهر على كامل طول المبنى.



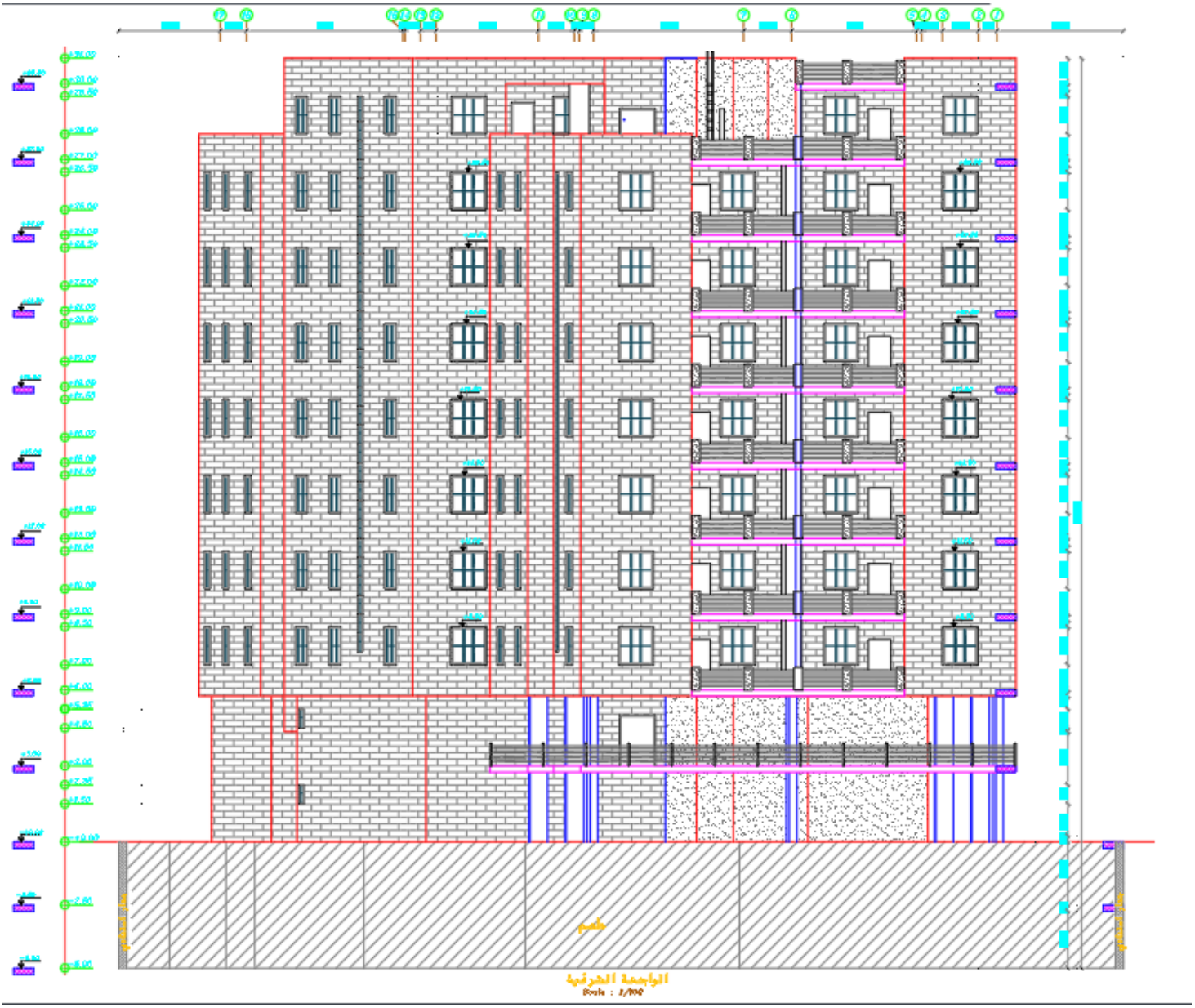
3-5-2: الواجهة الشمالية

هي عبارة عن واجهة مبنية من حجر الطبزة ويظهر فيها شبابيك للتهوية والاضاءة للمبنى، أيضا يظهر بها جزء من الطابق المسحور بالإضافة الى بلكون كبير عند الطابق المسحور وايضا يظهر بها شبابيك بيت الدرج وشبابيك الحمامات الخاصة بالشقق.



4-5-2: الواجهة الشرقية

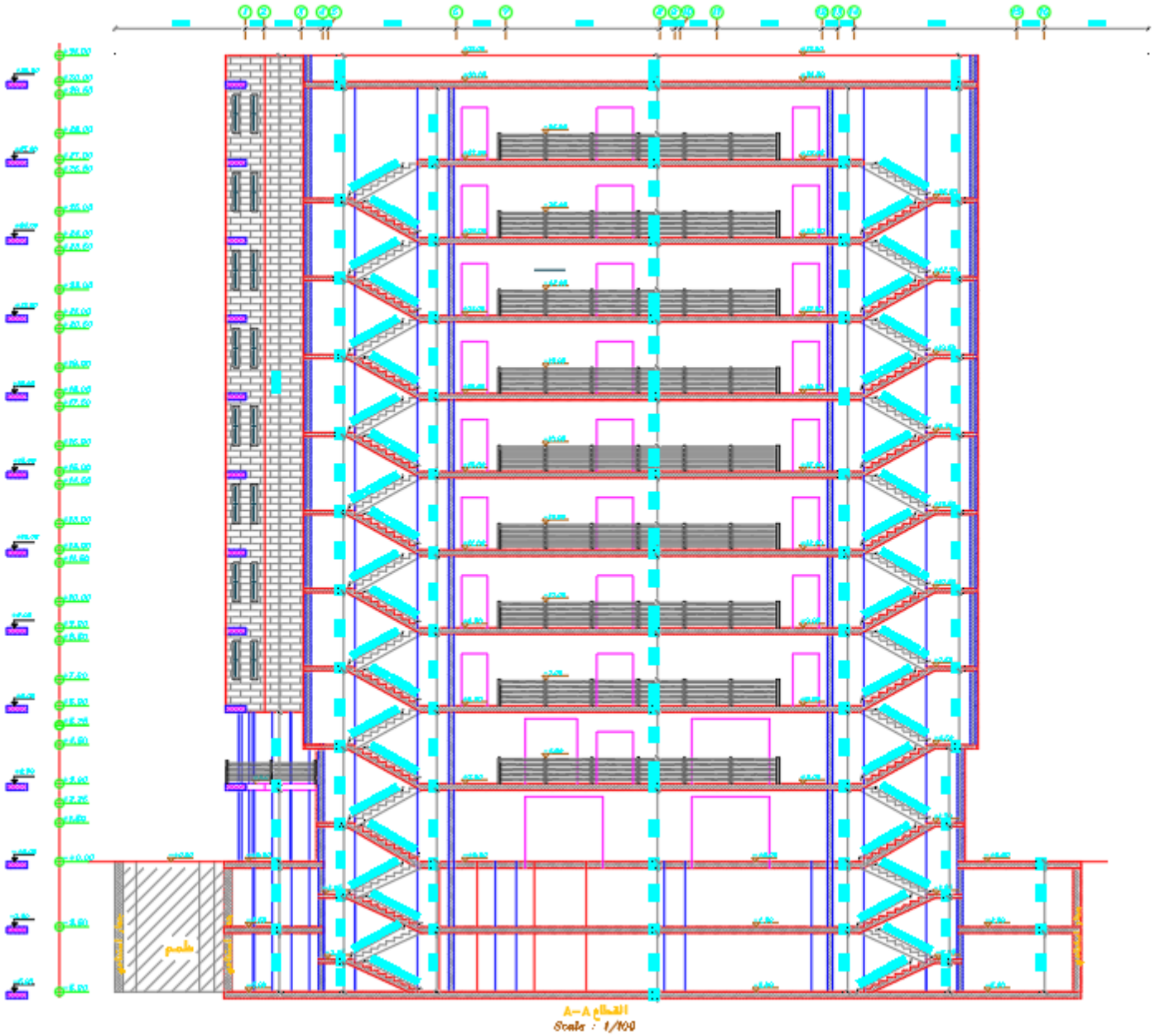
هي واجهة مبنية من حجر الطبزة كسابقاتها يظهر فيها الطابق الأرضي وباقي طوابق المبنى كله.



6-2: القطـاعــات

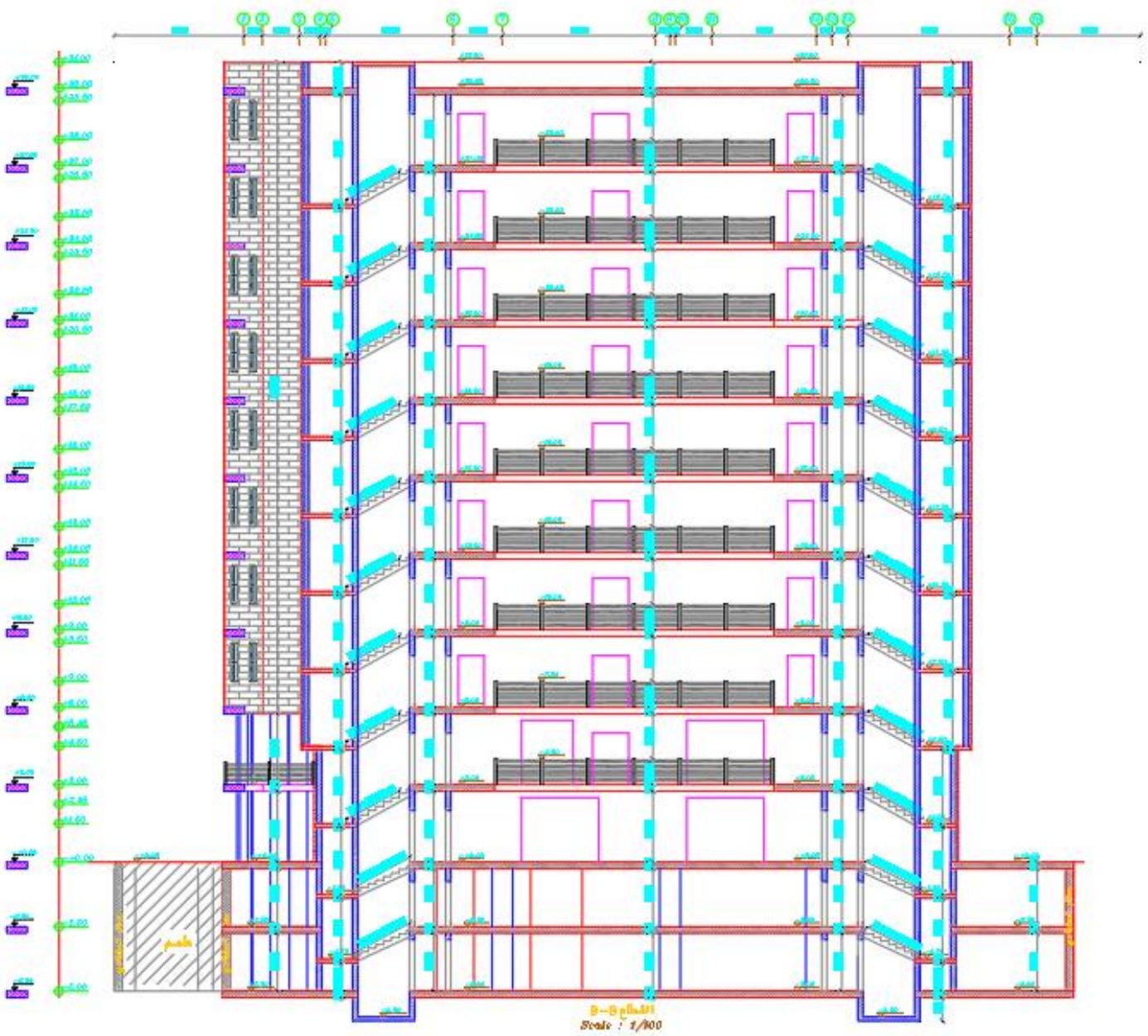
1-6-2: القطاع((A_A))

بيت الدرج وكذلك توزيع القواطع الداخلية للطوابق بالإضافة للكراج حيث عدد الدرجات التي تختلف من شاحط الى اخر كما هو موضح وكذلك يظهر في المقطع توزيع القواطع الداخلية والغرف والحمامات والابواب ومناسيب وسمكات العقدات.



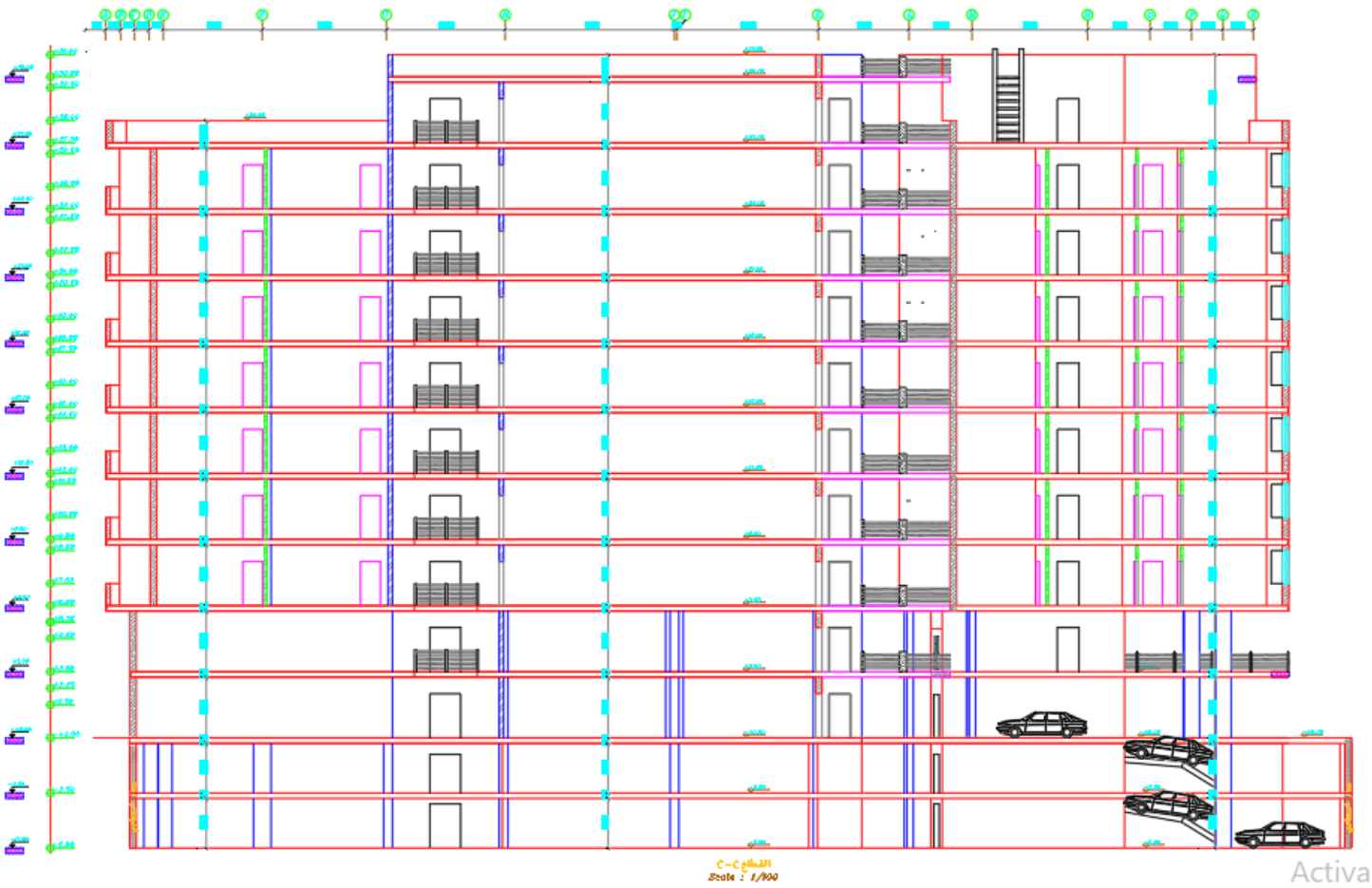
2-6-2: القطاع((B-B))

بيت الدرج وكذلك توزيع القواطع الداخلية للطوابق بالإضافة للكراج حيث عدد الدرجات تختلف من شاحط الى اخر كما هو موضح ويظهر في المقطع توزيع القواطع الداخلية والغرف والحمامات والابواب ومناسيب وسمكات العقدات، كما يظهر بالجزء الايسر من القطاع جزء من الواجهة وكذلك بعض المخازن بطابق التسوية، ويظهر أيضا اختلاف المناسيب بين طوابق المبنى.



3-6-2: القطاع((C-C))

بيت الدرج وكذلك توزيع القواطع الداخلية للطوابق بالإضافة للكراج، وعدد الدرجات تختلف من شاحط الى اخر كما هو موضح وكذلك يظهر في المقطع توزيع القواطع الداخلية والغرف والحمامات والابواب ومناسيب وسمكات العقدات، ويظهر أيضا اختلاف المناسيب بين طوابق المبنى، ويظهر المنور الواصل على طول المبنى كامل.



7-2: وصـــــف الحركة:

تم تشكيل المبنى ضمن إطار بنية تصميمة معمارية متجاوبة مع الطبيعة والتخطيط الحضري والعوامل الجوية السائدة للحصول على أسما آيات الراحة لمستخدميه فنظراً لوجود الممر داخل الشقق فانه يسهل عملية الانتقال الى الغرف .كما هناك درج رئيسي موجود داخل المبنى لتسهيل التنقل من طابق إلى أخر، والدرج قريب من المدخل الرئيسي لتسهيل عملية الحركة، بالإضافة الى ان الحركة داخل الكراجات توفر التنقل بين المرافق بسهولة ويسر.

STRUCTURAL DETAILING

وصف العناصر الإنشائية

الفصل الثالث

وصف العناصر الإنشائية

3-1 المقدمة..... 34 ……

3-2 هدف التصميم الانشائي 34

3-3 الأحمال..... 35

3-3-1 الأحمال الميتة..... 36

3-3-2 الأحمال الحية..... 37

3-3-3 الاحمال البيئية 38

3-3-3-1 أحمال الثلوج..... 38

3-3-3-2 أحمال الرياح..... 39

3-3-3-3 أحمال الزلازل..... 40

4-3 الاختبارات..... 41

5-3 وصف العناصر الانشائية: 41

1-5-3 العقدات..... 42

2-5-3 الجسور..... 44

3-5-3 الاعمدة..... 45

4-5-3 جدران القص 46

5-5-3 الاساسات..... 47

6-5-3 الأدراج 48

7-5-3 فواصل التمدد..... 49

6-3 برامج الحاسوب المتوقع استخدامها..... 50

1-3 مقدمة:

بعد الانتهاء من الوصف المعماري في الفصل الثاني يتم الانتقال الي مرحلة تعتبر من اهم المراحل التي تمر خلال تنفيذ أي مشروع من المشاريع الانشائية ألا وهي مرحله التصميم الانشائي.

لذلك على المهندس الانشائي ان يسعى من خلال التصميم الى توفير الامان والاقتصاد للمشروع. على ان يكون هناك توافق بين المخططات المعمارية والانشائية لضمان استمرارية العمل بشكل متقن.. خالي من المشاكل التي قد تؤثر على درجة امان او زمن تنفيذ المشروع مع المحافظة قدر الامكان على العامل الاقتصادي..

إن الغرض من عملية تصميم المنشآت هو ضمان وجود مزايا التشغيل الضروري فيها, مع احتواء العناصر الإنشائية على أبعاد أكثر ملائمة من الناحية الاقتصادية, بالإضافة إلى توفير عامل مهم ألا وهو الأمان لذا لا بد من تحديد الهياكل الإنشائية التي يشمل عليها المشروع لأجل اختيار العناصر الأنسب وذلك لعمل مقارنات بين الأنواع المختلفة لهذه العناصر بحيث تحقق العاملين السابقين إضافة إلى عدم التضارب مع المخططات المعمارية الموضوعة, ولذلك فان هذا يتطلب وصفا شاملا للعناصر الإنشائية المكونة للمشروع التي سيتم التعامل معها وتصميمها لاحقا في بنود هذا المشروع من اجل الوصول إلي تصميم إنشائي كامل .
وفي هذا الفصل سوف يتم وصف العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

2-3 هدف التصميم الانشائي:

ويهدف عمل التصميم الإنشائي الى اختيار نظام إنشائي آمن يحافظ على بقاء وديمومة المبنى اطول فترة ممكنه مع بقائه صالح لاستخدامه للغرض الذي وجد من اجله، وقادر على تحمل القوى الواقعة عليه، أي تحمل جميع الأحمال الواقعة عليه سواء الأحمال المباشرة أو غير المباشرة، وفي نفس الوقت الحفاظ على صلاحية الاستخدام البشري مع مراعاة التكلفة الاقتصادية.

ولهذا فان التصميم الإنشائي الذي يراد القيام به في مشروعنا هو تصميم المقاطع الإنشائية للعناصر الحاملة بتطبيق الكود الأمريكي**(ACI)**

وباستخدام مجموعة من البرامج المحوسبة لإتمام المشروع بشكل متكامل ومترابط والحصول في النهاية على مبنى مقاوم لمختلف القوى الواقعة عليه وتقديم مخططات تنفيذية متكاملة للمشروع.

وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على: -

1_ عامل الأمان (factor of safety)يتم تحقيقه عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائية قادرة على تحمل القوى والاجهادات الناتجة عنها.

2_ التكلفة الاقتصادية (Economy) يتم تحقيقها عن طريق اختيار مواد البناء المناسبة وعن طريق اختيار مقطع مثالي منخفض التكلفة.

3_ حدود صلاحية المبنى للتشغيل (serviceability) من حيث تجنب الهبوط الزائد (deflection) والتشققات (cracks) المثيرة لإزعاج المستخدمين.

4_ الحفاظ على التصميم المعماري.

لذلك فان تصميم أي مبنى لابد من إن يخضع لمرحلتين هما:

1 - المرحلة الأولى: -

وهي الدراسة الأولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه، بالإضافة لفهم المشروع من جميع جوانبه المختلفة وتحديد مواد البناء التي سوف يتم اعتمادها للمشروع، ثم عمل التحاليل الإنشائية الأساسية لهذا النظام، والأبعاد الأولية المتوقعة منه.

2- المرحلة الثانية: -

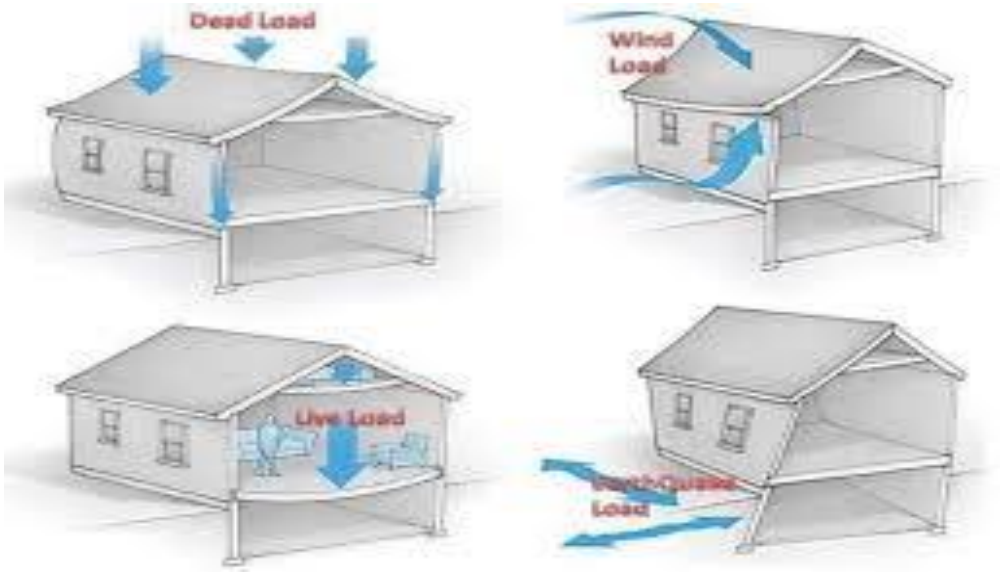
تتمثل في التصميم الإنشائي لكل جزء من أجزاء المنشأ، بشكل مفصل ودقيق وفقاً للنظام الإنشائي الذي تمّ اختياره وعمل التفاصيل الإنشائية اللازمة له من حيث رسم المساقط الأفقية والقطاعات الرأسية وتفاصيل تفريد حديد التسليح.

3-3 الاحمال:

الاحمال: هي مجموعة القوى التي يصمم المنشأ ليتحملها لذلك يجب حساب الأحمال التي يتعرض لها المبنى بدقة عالية لان أي خطا في عملية حساب الأحمال ينعكس سلبا على التصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية المختلفة، ويقصد بها: الأحمال المباشرة أي القوى التي يتعرض لها المنشأ عادة مثل (الاحمال الميتة-الاحمال الحية-الاحمال الديناميكية-احمال الرياح –احمال الزلازل) والاحمال غير المباشرة: وهي الاحمال التي قد يتعرض لها المنشأ كالقوى الناتجة عن الحرارة والانكماش والزحف.. ونتطرق في هذا الفصل الى الاحمال التالية:

- الاحمال الميتة
- الاحمال الحية
- الاحمال البيئية

1-3-3 الاحمال الميتة:



صورة تبين الأحمال الميتة في المباني.

وهي الاحمال الدائمة والتي تكون ثابتة من حيث المقدار والموقع ولا تتغير خلال عمر المبنى، وتتمثل هذه الأحمال في وزن العناصر الإنشائية، ويتم حساب الأحمال من خلال معرفة اطوال وأبعاد هذه العناصر الإنشائية ومعرفه كثافة هذه المواد الداخلة في تصنيع عناصر المبنى الإنشائية، وهي تشمل في أغلب الأحيان على: الخرسانة، وحديد التسليح والقصارة، والطوب، والبلاط ومواد التشطيبات، والحجارة المستخدمة في تغطية المبنى من الخارج.

الرقم	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (KN/m^3)
1	المونة	22
2	البلاط	23
3	الخرسانة المسلحة	25
4	الطوب	10
5	القصارة	22
6	الرمل	16

جدول (3-1) كثافة المواد المستخدمة في العناصر الإنشائية

2-3-3 الأحمال الحية:

وهي الأحمال المتغيرة من ناحية القيمة والموقع والتي تعتمد على تغير المستخدمين وتغير الموقع والزمان، ويمكن لهذه الأحمال ان تكون موجودة او غير موجودة اي تتغير مع الزمن، وذلك حسب طبيعة استخدام المنشأ، وتتكون هذه الأحمال من اوزان الأشخاص والأثاث والأجهزة والمعدات والمواد المخزنة وغيرها.

ويمكن تصنيفها كالتالي: -

- **الأحمال الديناميكية:** مثل الأجهزة التي ينشا عنها اهتزازات تؤثر على المنشأ.
- **الأحمال الساكنة:** والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت إلى آخر، كأثاث البيوت والقواطع، والأجهزة الكهربائية والآلات الاستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة.
- **أحمال الأشخاص:** وتختلف باختلاف استخدام المبنى ويؤخذ بعين الاعتبار العامل الديناميكي في حالة وجوده مثلا في الملاعب والصالات والقاعات العامة
- **أحمال التنفيذ:** وهي الأحمال التي تكون موجودة في مرحلة تنفيذ المنشأ مثل الشدات الخشبية والرافعات.
- ويمكن معرفة او حساب مقدار هذه الأحمال بعد تحديد الغرض الذي سيتم استخدام المنشأ من اجله من الجداول المعدة لهذا الغرض في الكودات المختلفة.

صورة تبين الأحمال الحية في المباني

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m^2)
1	مواقف السيارات	5.0
2	المخازن	5.0
3	المدارس والجامعات	3.5
4	المباني السكنية	2.0
5	المكاتب	2.5

جدول (3-2) جدول الأحمال الحية في المباني المختلفة

3-3-3 الاحمال البيئية:

وهي الأحمال الناتجة عن العوامل البيئية، وتشمل أحمال الثلوج وأحمال الهزات الأرضية وأحمال التربة، وهذه الأحمال تعتبر أحمالا متغيرة من ناحية المقدار والموقع، وأحمال الرياح تكون متغيرة في الاتجاه وتعتمد على وحدة المساحة التي تواجهها، بحيث تقوم دوائر الأرصاد بتحديد هذه القيم والعناصر التي يعتمد عليها في تحديد هذه الأحمال هي السرعة والارتفاع للمبنى وأهمية هذا المبنى بالإضافة إلى عوامل أخرى.

وفيما يلي بيان كل حمل على حدي:

1- أحمال الثلوج:

تقييم أحمال الثلوج :

مكن تقييم أمال الثلوج على الأسس التالية:

1. الوزن النوعـي للثلـج.
2. ارتفاع المنشأ عن سطح البحـر.

1. الوزن النوعي للثلج:

- يعتر الوزن النوعي للثلج بأنه يراوح ما بين (0.1-0.4)، أي ما متوسطة (0.25) وذلك اعتمادا على نوعية الثلج.
- يؤخذ بعن الاعتبار امكانية تصلب الثلج في بعض الأحيان. إذ قد ينتج عن الثلج أحيانا طبقة من الجليد ذات سماكة قد تبلغ ملمترا، ويعتر الوزن النوعي للجليد مساويا، وهو الوزن النوعي للماء.

2. ارتفاع المنشأ عن سطح البحر:

وفق أغراض هذه الكودة، وللمساحات الأفقية أو المائلة التي تزيد درجة ميلانها عن 25 درجة ستينية بالنسبة الى الأفق.

والجدول التالي يبين قيم أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر مأخوذا من كود البناء الأردني:

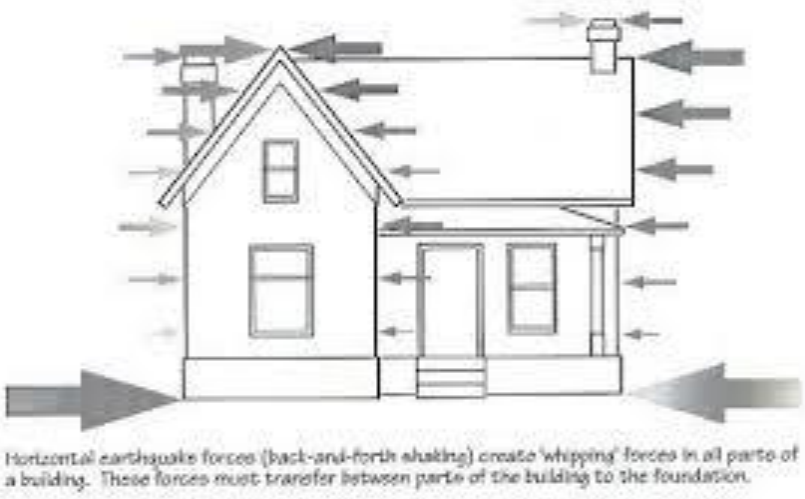
(المتر)"h" الارتفاع عن سطح	احمال الثلوج(KN/m^2)
h < 250	0
500 > h > 250	(h-250)/1000
1500 > h > 500	(h-400) / 400
2500 > h > 1500	(h – 812.5)/ 250

2- أحمال الرياح:

هو القوة الي تؤثر ها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزائها، وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط، وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وهي تقاس بالكيلو نيوتن.

طرق تحديد أفعال الرياح

- تحدد أفعال الرياح المؤثرة على المنشآت أو أجزائها بإحدى الطرق التالية:
- تطبيق القواعد الواردة في هذا الكود.
- استعمال مراجع معتمدة تتلائم مع ما ورد في هذا الكود.
- إجراء تجارب إنفاق الريح أو تجارب مشابهة مع الالتزام بما ورد في هذا الخصوص في هذه الكود.
- اعتماد نتائج إنفاق الريح على أن تكون صادرة عن مختبر معتمد.



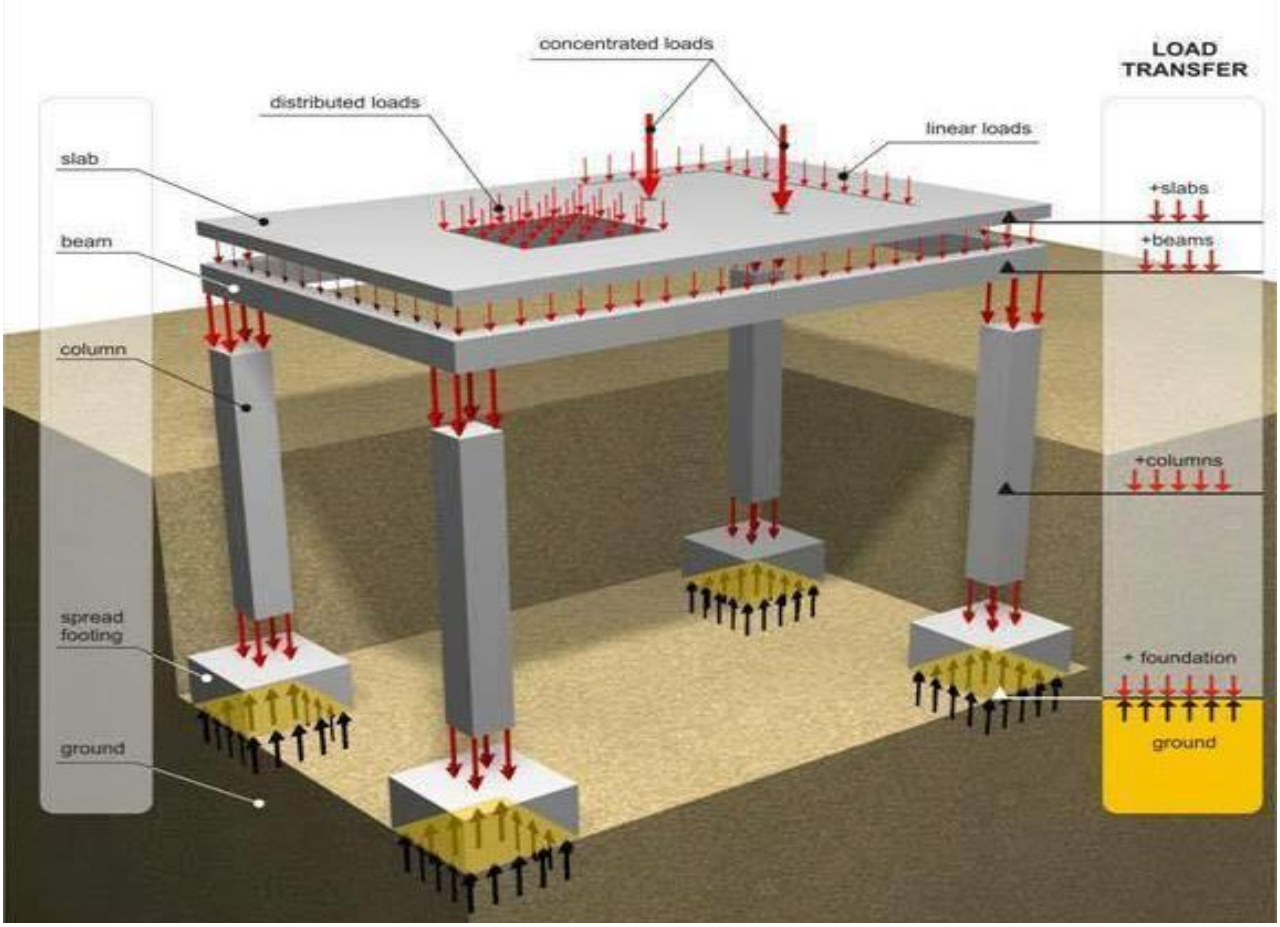
صورة توضح احمال الرياح على المشئا

3- أحمال الزلازل:

تنتج الزلازل عن اهتزازات أفقية ورأسية، بسبب الحركة النسبية لطبقات الأرض الصخرية فتنتج عنها قوى قص تؤثر على المنشأة، ويجب أن تؤخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار عند التصميم وذلك لضمان مقاومة المبنى للزلازل في حال حدثت وبالتالي التقليل من الأضرار المحتملة نتيجة حدوث الزلزال.

وسيتم مقاومتها في هذا المشروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بناءً على الحسابات الإنشائية لها، والتي ستستخدم من أجله، لتجنب الآثار الناتجة عن الزلازل مثل: -

- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability)من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) وتجنب التشققات (Cracks) التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
- الشكل والنواحي الجمالية للمنشأ، والشكل التالي يوضح توزيع الأحمال الانشائية على المنشأة.



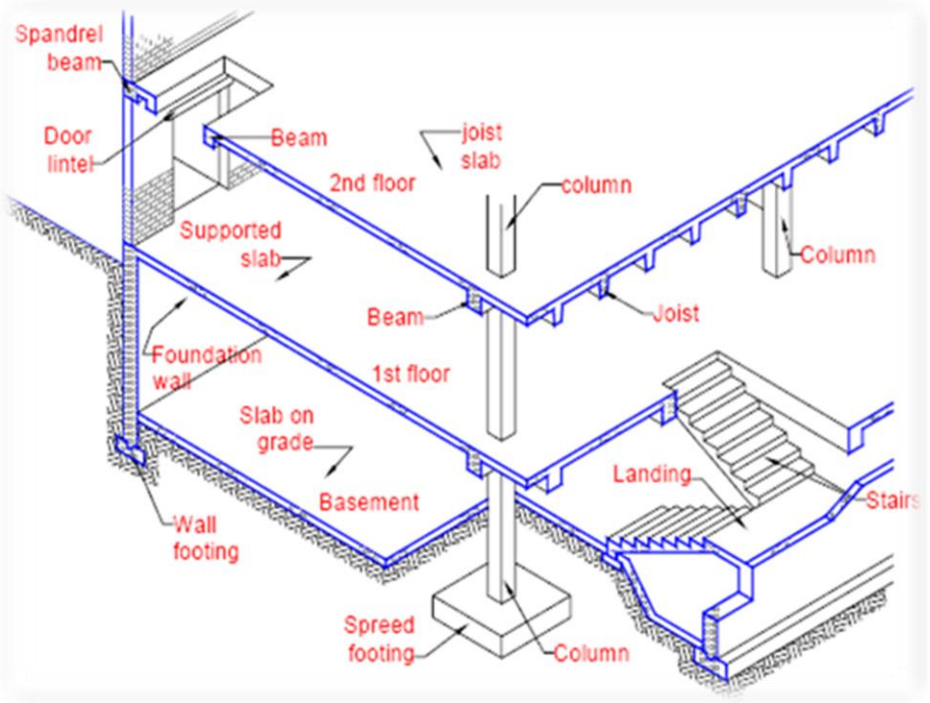
صورة توضح توزيع الأحمال الانشائية على المنشأة

4-3 الاختبارات العملية:

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويقصد بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية، وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة عند البناء عليها، وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة اللازمة لتصميم أساسات المبنى

5-3 وصف العناصر الانشائية:

تتكون المباني من مجموعة من العناصر الإنشائية المختلفة التي تعمل مع بعضها البعض بشكل متكامل من أجل تحمل الأحمال والحفاظ على ثبات ومتانة المبنى الأمر الذي يحفظ له الديمومة والاستمرارية من أجل الغرض الذي أنشأ من أجله , ومن أهم هذه العناصر العقدات والجسور والأعمدة والجدران الحاملة وغير ذلك.



صورة توضح بعض العناصر الإنشائية للمبنى

1-5-3 العقدات :

هي العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الراسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة، دون تعرضها إلى تشوهات. في هذا المشروع نوعين من العقدات كل منها في المكان الملائم له، والذي سيوضح في التصاميم الإنشائية في الفصل اللاحق، وفيما يلي بيان لهذه الأنواع:

1- العقدات المفرغة:

وتقسم الى قسمين:

* **بلاطة مفرغة باتجاه واحد** (One way ribbed slab).

تتكون من الجزأين الانشائيين الرئيسيين وهما البلاطة العلوية الجزء الاول، والأعصاب الجزء الثاني والتي تعتبر العنصر الحامل للعقدة وتقوم بنقل وتفريغ الحمل على الجسور وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما في الصورة.

صورة توضح عقدة اعصاب باتجاه واحد

- **بلاطات مفرغة باتجاهين:**

وتكون فيها الاعصاب عموديه على بعضها البعض بالاتجاهين وهي تشبه السابقة من حيث المكونات ولكن تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين، ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين، كما يظهر في الصورة.

صورة توضح عقدة اعصاب ذات اتجاهين

2_ عقدات مصمتة (solid slab).

وهي تكون على شكل بلاطة من الخرسانة المسلحة. ولكن من سلبيات هذه العقدة ان تكلفت انشائها مرتفعة بسبب زيادة كمية الخرسانة والتسليح عند نفس السماكة، وعلاوة على ذلك ارتفاع وزن العقدة مقارنة مع العقدات المفرغة.

صورة توضح عقدة مصمتة باتجاه واحد

ونوع العقدة الذي سنستخدمه في هذا المشروع هو عقدة عصب باتجاه واحد وعقدة عصب باتجاهين وعقد مصمتة، أما الأعصاب فيتم تحديد سمكها من خلال معادلات خاصة، ويتم حساب سمك العقدة بناءاً على سمك العصب الذي تم حسابه سابقا.

2-5-3 الجسور:

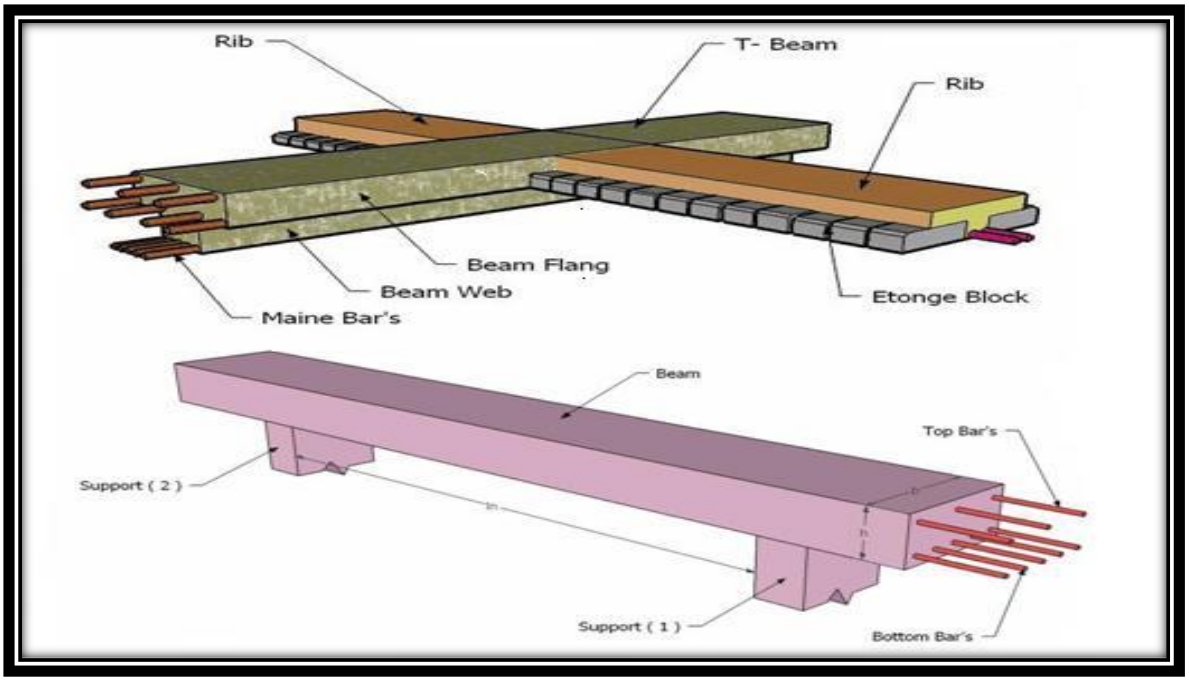
وهي عبارة عن العناصر الإنشائية الحاملة للأعصاب، والتي تعمل على نقل الحمل الواقع عليها والمنقول من الأعصاب إلى الأعمدة.

يوجد نوعين من الجسور الدارجة الاستخدام لدينا كما يلي:

1)الجسور المسحورة: وهي الجسور التي يكون لها نفس سمك العقدة بتالي تكون مخفيه بشكل كامل داخل العقدة.

2)الجسور الساقطة (المدلاة): وهي التي تستخدم في الحالات التي تكون فيها مقاطع الجسور المسحورة غير كافية لنقل وتحمل الاحمال الواقعة أي التي يكون ارتفاعها أكبر من ارتفاع العقدة، ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي أو العلوي وتسمى L-section أوT-section

ولذلك يتم تكبير مقطع الجسر لتخفيف من كمية الحديد المستخدمة لذلك يصبح مدلى عن مستوى العقدة. ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر، وبالكانات لمقاومة قوى القص.



صورة توضح أنواع الجسور المستخدمة في المشروع

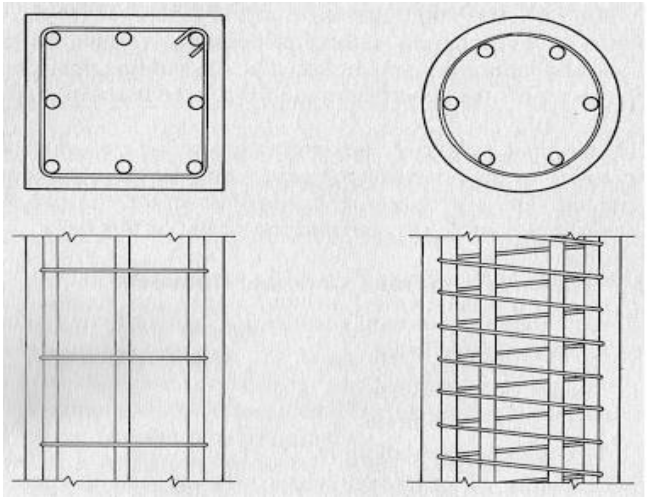
3-5-3 الاعمدة:

عنصر إنشائي ينصب بشكل عامودي ووظيفته نقل الحمولات مما فوق العمود إلى ما أسفله. ويعمل على نقل الأحمال الحية والميتة من العقدة وايصالها بشكل امن إلى الأساسات والتي تعمل بدورها على توزيع الاحمال الى التربة. ويتم توزيع الاعمدة في المبنى بالطريقة التي تضمن تحميل الجسور عليها وبشكل المناسب والامثل، مع الاخذ بعين الاعتبار التصميم المعماري. والأعمدة نوعين من حيث التعامل معها في التصميم الإنشائي: -

1- الأعمدة القصيرة :(short column)

2- الأعمدة الطويلة (long column).

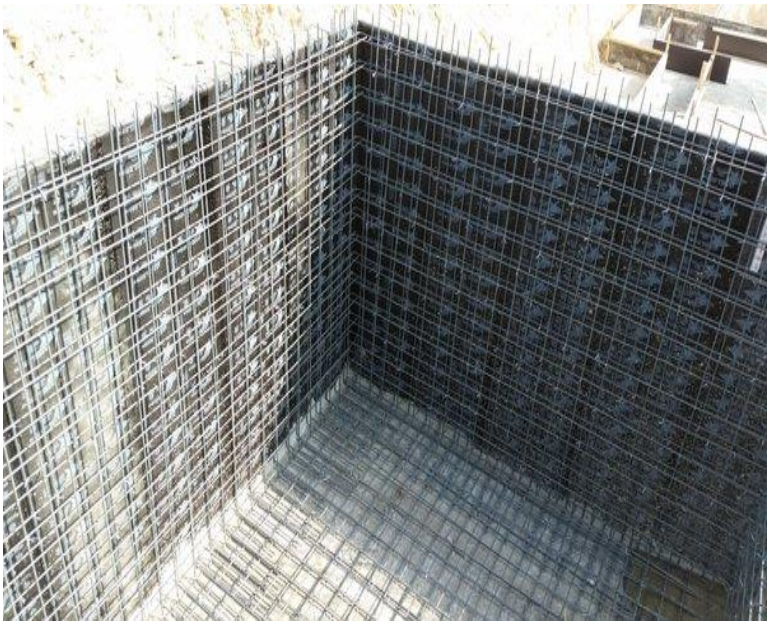
أنواع الأعمدة المستخدمة في المشاريع:

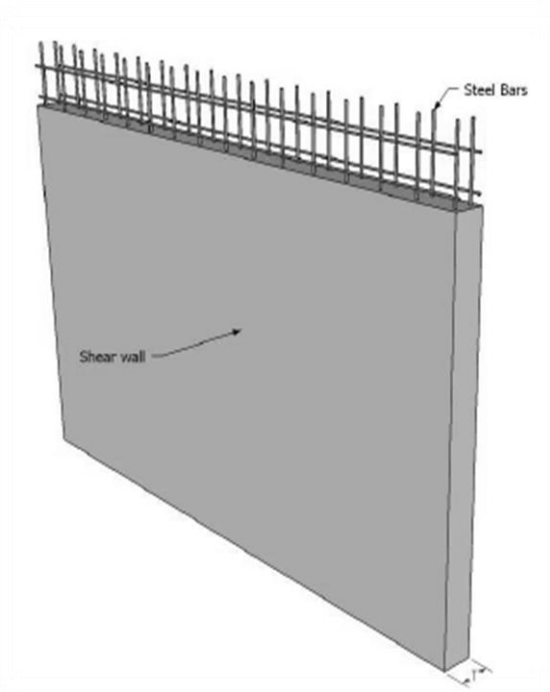


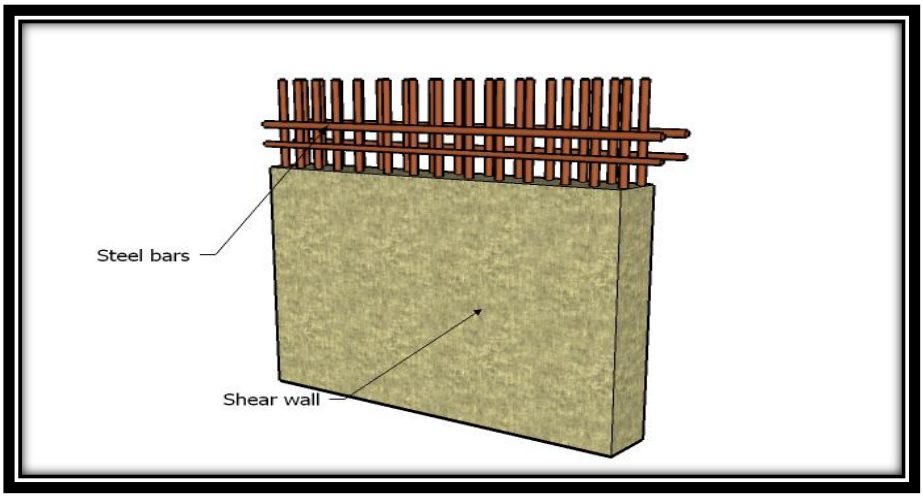
صورة توضح مقطع العمود

4-5-3 جدران القص:

هي الجدران التي تحيط بيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحيانا في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الأفقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لأحمال الزلازل والرياح إضافة إلى كونها جدران حاملة، ويراعى توفرها في اتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى والشكل التالي يوضح جدار قص مسلح:







صورة توضح جدار قص

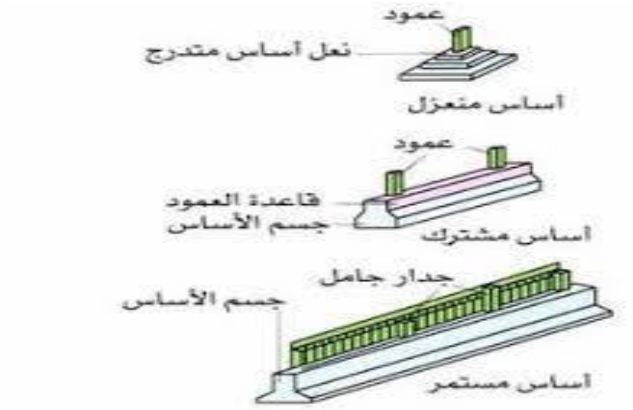
5-5-3 الاساسات:

هي الجزء السفلي للبناية الهندسية ودورها هو رفع حمولات البناء وضمان تثبيتها على الأرض، تكون الأساسات عادة داخلة في الأرض على عمق مناسب للبناء ويتم اختيار الأساس وفقا لنوع البناية وأسلوب التصميم وقدرة تحمل التربة وهي اخر العناصر الإنشائية التي يتم تصميمها و اول العناصر الإنشائية التي يتم تنفيذها في المبنى، لذلك يجب أن تكون العناصر الإنشائية مثل العقدات و الجسور والأعمدة مصممة أولا وذلك لمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها لان الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات ولذلك تكون هذه الأحمال هي الأحمال التي يتم استخدامها لتصميم للأساسات، و بناءا على هذه الأحمال و طبيعة التربة يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة.

وهناك عده انواع منها:

1) الأساسات المنفصلة (isolated footings): وتستخدم أساس للأعمدة الخراسانية والمعدنية وتكون اما مربعة الشكل او مستطيله الشكل.
2) الأساسات المشتركة (combined footings): وهي أساس لعمودين أو أكثر لأسباب عدة مثل تداخل الاساسات لعمودين قريبين من بعض.
3) الأساسات المستمرة (strip footings): وهي تستخدم كأساسات لجميع الجدران والحائط بكافة أنواعها.
4) أساسات الفرشة (mat footings): وهي تستخدم كأساس للمبنى بأكمله أو لجزء منه وتنتقل اليه الاحمال من الاعمدة ومن ثم يقوم بنقلها الى التربة.

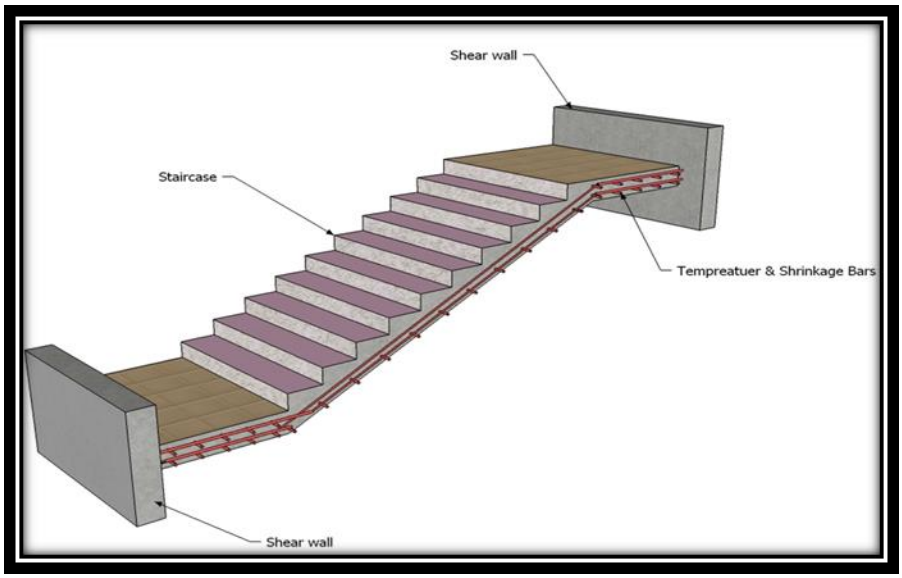
صورة توضح قطاع رأسي في القاعدة المنفصلة



صورة توضح أنواع الأساسات

6-5-3 الأدراج:

الأدراج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من الطوابق عبر المبنى، ويتم عادةً تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد كما في الصورة التالية.



صورة توضح الدرج

7-5-3 فواصل التمدد:

في المنشآت ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة، أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة يتم استخدام فواصل التمدد الحراري.
ويتم وضع فاصل التمدد إذا كان عرض المنشأ أكبر من 45 متراً، ولذلك للسماح للمنشأ بالتمدد دون أن يؤدي ذلك لحدوث تشققات ولها بعض الاشتراطات: -

1- ينبغي استخدام فواصل التمدد الحراري في كتلة المنشأ، على أن تصل هذه الفواصل إلى وجه الأساسات العلوي دون اختراقها.

2- يجب ألا يقل عرض الفاصل عن 2 cm وان لا يزيد عن 5 cm.

يمكن تحديد المسافة القصوى بين فواصل التمدد للمنشآت العادية كما يلي:

- من 40 إل 45 م في المناطق المعتدلة كما هو الحال في فلسطين.
- من 30 إل 35 م في المناطق الحارة.
- ويمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش والتمدد والزحف.

والصورة التالية توضح شكل فاصل التمدد

صورة توضح فاصل تمدد

6-3 برامج الحاسوب المتوقع استخدامها:

في مثل هذه المشاريع يتم استخدام عدد محدود من البرامج وتكون معروفة، حيث سيتم استخدام برنامج (AutoCAD) وهو برنامج للرسم، ويستخدم لرسم كافة التفاصيل الإنشائية للعناصر المصممة، وللتعديلات المعمارية.

كما تم استخدام البرامج (Sp Column), (Etabs), (Foundation), (Safe), (Atir) وهي اكثر البرامج المنتشرة للتصميم والمستخدمة حاليا بكثرة وخصوصا في تصميم الجسور والعقدات والاعمدة والأعصاب والأساسات وجدران القص.

الفصل الرابع- التحليل والتصميم الانشائي:

1-4 تصميم عقدة مصمتة باتجاه واحد 52

2-4 تصميم عقدة مفرغة باتجاه واحد 58

3 -4 تصميم الجسر 70

4-4 تصميم العمود 81

5-4 تصميم الجدران الحاملة 84

6-4 تصميم الدرج 88

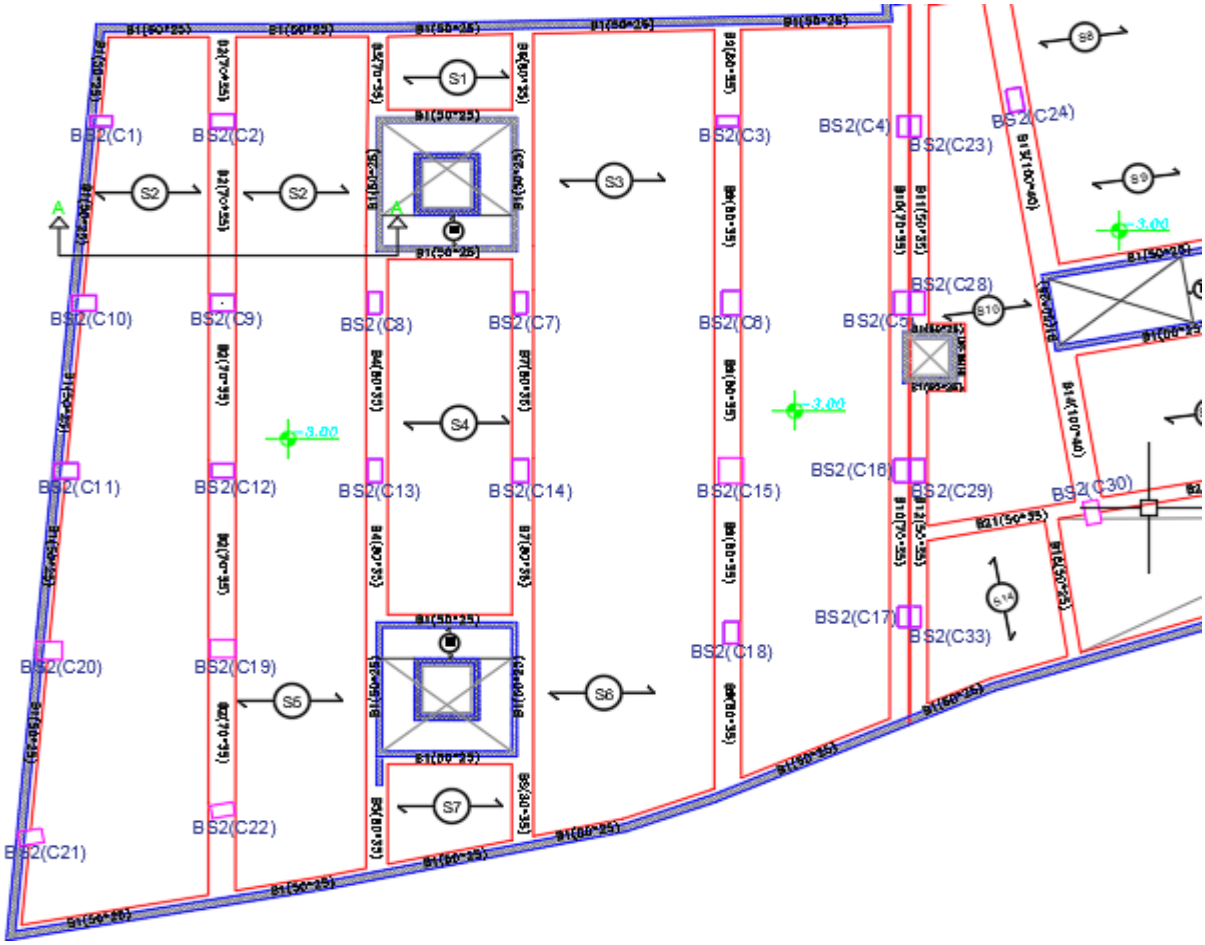
7-4 تصميم جدران القص 94

8-4 تصميم عقدة مصمتة باتجاه واحد لبيت الدرج 98

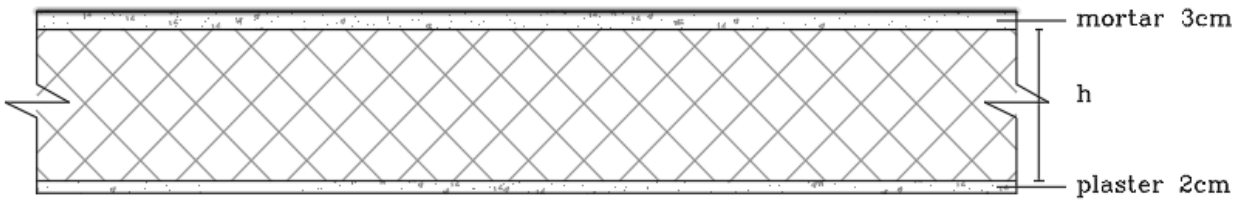
4.1 Design of one-way solid slab (Slab 2):

$f\acute{c}$ = 24 Mpa **fy = 420 Mpa** **C = 20mm** **Ø = 12mm**

$\gamma_{plaster}$ = 22 kN/m³ **Live load = 5 kN/m²** **γ_{mortar} = 22 kN/m³**



TOP View



SECTION (A-A)

Solution:

1. Classification of slab one way or two-way solid slab

From top view of the slab

SO $\frac{Ly}{lx} = \frac{33.26}{4.5} = 7.4 > 2$ one-way solid slab

And $\frac{Ly}{lx} = \frac{32.22}{5.1} = 6.32 > 2$ one-way solid slab

Limitation of Deflection:

Minimum thickness

Member	Simply supported	One end Continuous	Both end continuous	Cantilever
solid one way slabs	L/20	L/24	L/28	L/10

Check of Minimum Thickness of Slabs

Minimum (h) = 5.1/24 = 0.21 m

Minimum (h) = 4.5/24 = 0.19 m

→ Select h = 25 cm #

2. Loads:

Dead loads for 1m strip:

Slab = 25*0.25*1 = 6.25 kN/m

Mortar = 0.02*22*1 = 0.44 kN/m

Plaster = 0.02*22*1 = 0.44 kN/m

Dead loads = Sum of all above loads =7.13 kN/m #

Live load for 1m strip:

Live Load = 5 *1 = 5 KN/m

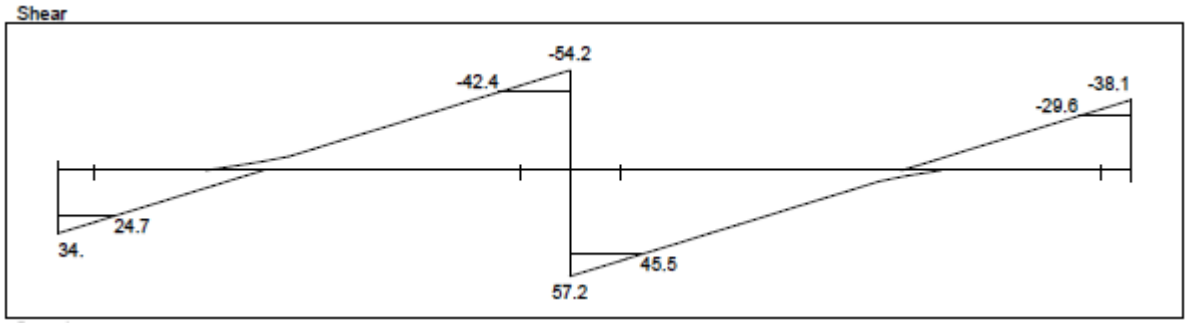
Factored load (q_u):

q_u = 1.2*7.13 = 8.6 kN/m

= 1.6*5 = 8 kN/m

❖ Shear Force envelope

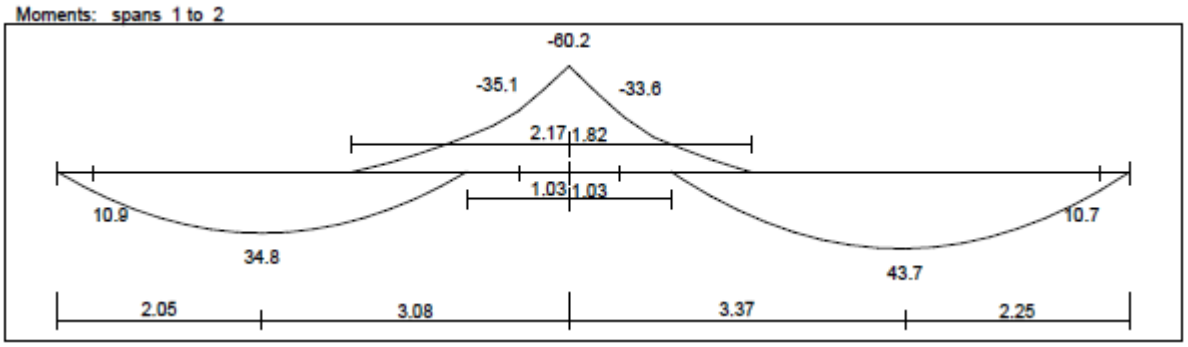
drawn values only at the critical section of shear force at a distance (d) from the face of support



Shear envelope of solid slab

❖ Bending Moment Envelope

design section at the face of middle support



Bending Moment envelope of solid slab

3. Design of Shear Force:

d = 250 -20 – 12/2 = 224 mm

Maximum Vu from shear envelope diagram = 45.5Kn

Ø *VC =0.75 *$\frac{1}{6}$ * $\sqrt{f\acute{c}}$ *bw*d

= 0.75 *$\frac{1}{6}$ * $\sqrt{24}$ *1000*224 =137.17 KN > Max Vu = 45.5 KN

So, No shear reinforcement is required #

4. Design of Bending Moment:

a) Design of Negative moment at support (B) MU= -35.1 KN.m

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{35.1*10^6/0.9}{1000*224^2} = 0.77\text{MPa}$

m = Fy / (0.85* fć) = 420 * (0.85*24) = 20.6 MPa

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.77*20.6}{420}}\right) = 0.00188$$

Asreq = ρ × b× d = 0.00188× 1000×224 = 421.12 mm²

As(min) = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 mm²

Asreq = 421.12 mm² < As(min) = 450 mm²

Select As(min) = 450 mm²

Select Ø 12 /20 With AS=565 mm²

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * b

565*420=0.85*24*a*1000

a= 11.63 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

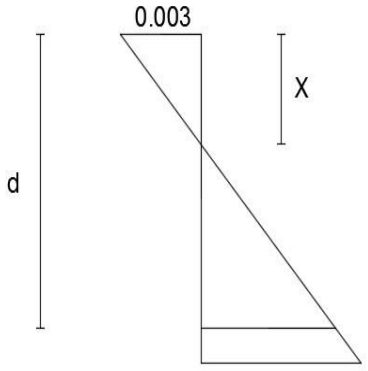
So, X = a / β = 11.63/ 0.85 = 13.68 mm

From Strain Diagram:

$$\frac{0.003}{13.68} = \frac{0.003 + \varepsilon s}{224}$$

ε_s=0.046 > 0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**



b) Design of Positive moment of span (1) Mu= 43.7

$$\textbf{Kn} = \frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{43.7*10^6/\ 0.9}{1000*224^2} = \mathbf{0.97Mpa}$$

m = Fy / (0.85* fć) = 420 * (0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.97*20.6}{420}}\right) = 0.00237$$

Asreq = ρ × b× d = 0.00237× 1000× 224 = 530.88 mm²

As(min) = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 mm²

Asreq = 530.88 mm^2 > As(min) = 450 mm²

Select Ø 12 /20 With AS=565 mm²

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * b

565*420=0.85*24*a*1000

a= 11.63 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

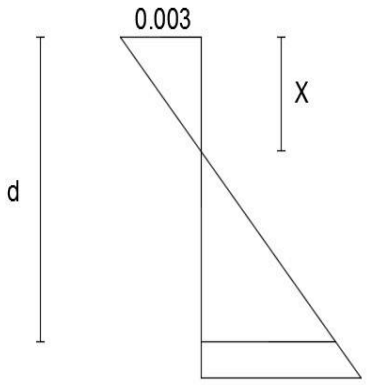
So, X = a / β = 11.63/ 0.85 = 13.68 mm

From Strain Diagram:

$$\frac{0.003}{13.68} = \frac{0.003 + \varepsilon s}{224}$$

ε_s=0.046 > 0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**



c) Design of Positive moment of span (2) Mu= 34.8 kN.m

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{34.8*10^6/0.9}{1000*224^2} = 0.77\text{Mpa}$

m = Fy / (0.85* fć) = 420 * (0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.77*20.6}{420}}\right) = 0.00187$$

Asreq = ρ × b× d = 0.00187× 1000× 224 = 418.88 mm²

As(min) = 0.0018 * 1000 * 250 = 450 mm²

Asreq = 418.88 mm² < As(min) =450 mm²

Select As(min) =450 mm²

Select Ø 12/20 With AS=565 mm²

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * b

565*420=0.85*24*a*1000

a= 11.63 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

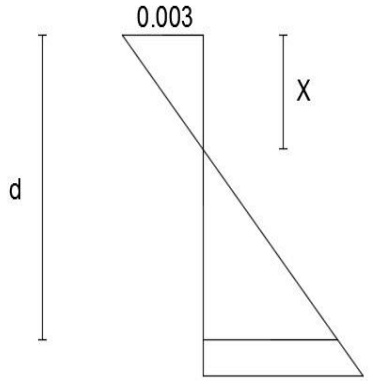
So, X = a / β = 11.63/ 0.85 = 13.68 mm

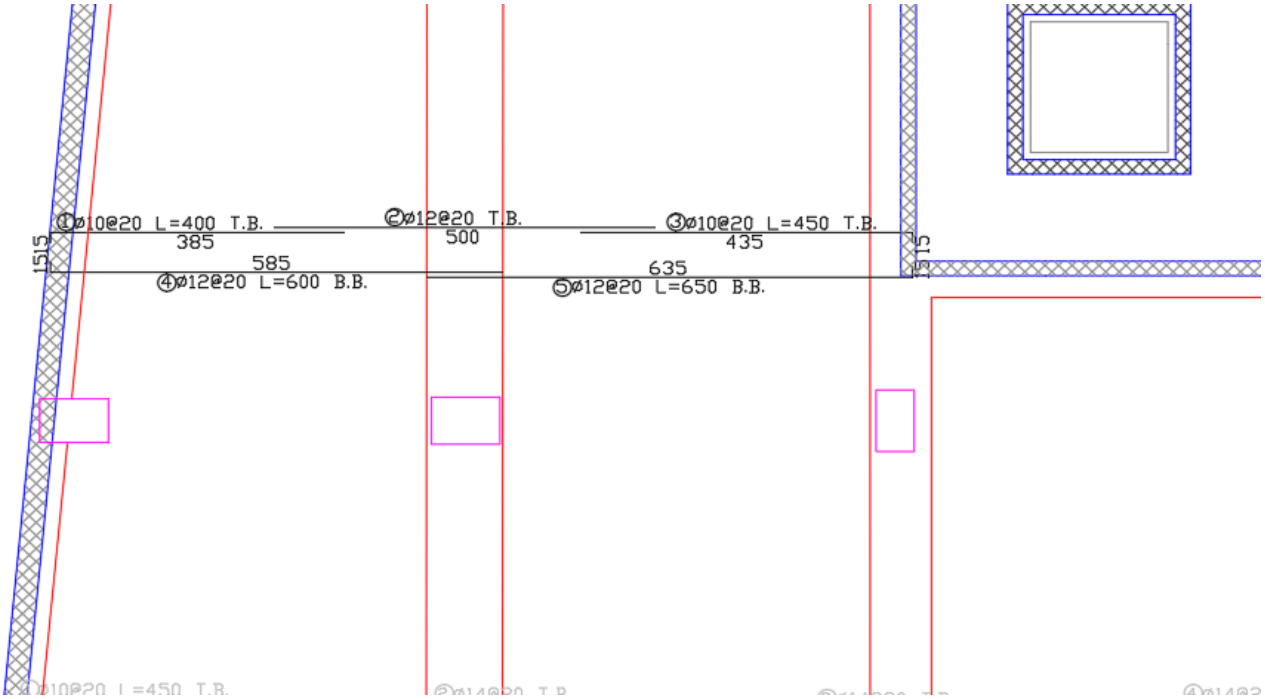
From Strain Diagram:

$$\frac{0.003}{13.68} = \frac{0.003 + \varepsilon s}{224}$$

ε_s=0.046 > 0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**





Reinforcement of solid slab

4.3 Design of one-way ribbed slab (R3 in Roof floor):

$f\acute{c}$ = 24 Mpa **fy = 420 Mpa** **C = 20mm** **Ø = 12mm**

$\gamma_{plaster}$ = 22 kN/m³ **Live load = 2.5 kN/m²** **γ_{mortar} = 22 kN/m³**

γ_{sand} = 16 kN/m³ **γ_{tiles} = 23 kN/m³** **γ_{block} = 10 kN/m³**

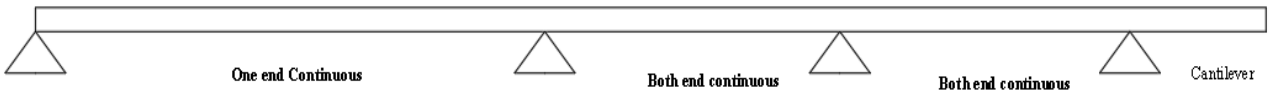
1) Check the minimum thickness of slab:

Minimum thickness

Member	Simply supported	One end Continuous	Both end continuous	Cantilever
Beams or ribbed one-way slabs	L/16	L/18.5	L/21	L/8

Check of Minimum Thickness of Slabs.

Here, the next system that we will design it:



Picture 46: system that we will design

$h_{min}$for (one end continuous) = L/18.5 = 6.3/18.5 = 34 cm

$h_{min}$for (both end continuous) = L/21 = 5.4/21 = 25 .7 cm

$h_{min}$for (both end continuous) = L/21 = 4.8/21 = 22.8 cm

$h_{min}$for (cantilever) =L/8 = 1.5/8 = 18.7 cm

We select from one-way ribbed slab, The Thickness of Ribbed slab= 35 cm

Select 27 cm Block + 8 cm Topping.

2) Design of Topping

The loads that act on the topping strip:

Dead Loads:

NO	Parts of topping	Calculation
1	Tiles	0.03 * 23 * 1 = 0.69 KN/m
2	Mortar	0.02 * 22 * 1 = 0.44 KN/m
3	Coarse Sand	0.07 * 16 * 1 = 1.12 KN/m
4	Topping	0.08 * 25 * 1 = 2.0 KN/m
5	Interior partitions	2.5 * 1 = 2.5 KN/m
----	Sum	6.75 KN/m

Table4: Dead load of topping

Live Load: -

LL = 2.5 KN/m2 (by Jordan code for shop rooms).

LL=2.5KN/m2×1m=2.5KN/m

Factored Load: -

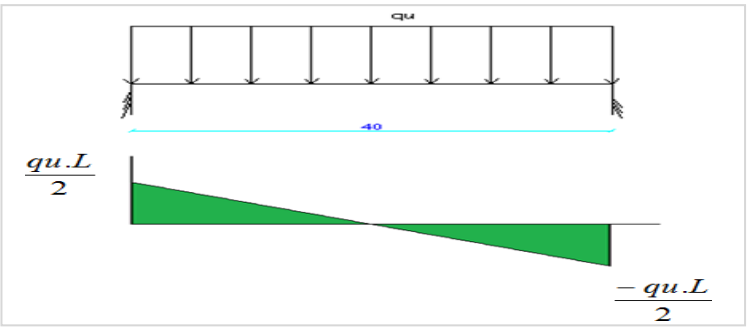
q_U = 1.2 ×6.75 + 1.6×2.5 = 12.1 KN/m

3) Design of topping as a plain concrete section:

System & Analysis:

Vu= $\frac{qu*l}{2} = \frac{12.1*0.4}{2} =$ 2.42 KN

Mu= $\frac{qul^2}{12} = \frac{12.1*0.4^2}{12} =$ 0.161 KN.m



a) Design of Shear Force

Plain concrete section, one-way shear:

Ø * Vc = Ø * 0.11 * λ * $\sqrt{f\acute{c}}$ * bw * h

= 0.6 * 0.11 * 1 * $\sqrt{24}$ *1000* 80=25.87 kN > Vu → **SAFE**

b) Design of Bending Moment:

"b = 1 m & h = 8 cm" Plain concrete section:

Ø * Mn = 0.6 * 0.42 *$\sqrt{f\acute{c}}$ *$\frac{b*h^2}{6}$ = 0.6 * 0.42 *$\sqrt{24}$ *$\frac{1000*80^2}{6}$

= 1.32 kN.m > Mu → **SAFE**

"The magnitude of (λ) is 1.0 for normal weight concrete"

So, Plain Concrete Section is SAFE #

Minimum (As) = 0.0018 * Ag

= 0.0018 * b * h

= 0.0018 * 100 * 8

= 1.44 cm²/m

→ Select Mesh Ø8/20cm in both directions #

As = (π*8²/4) *(100/20) = 2.5 cm²/m > min As = 1.44 cm²/m

4) Design of rib R (3) as a reinforced concrete (T-Section):

Check of the selected dimensions.

- ht = 8cm
- bw = 15cm ≥ 10cm
- hr = 35 ≤ 3.5(15) = 52.5cm
- LC = 40 ≤ 75cm

✓ **Load Calculation: -**

Dead Load: -

No.	Parts of Rib	Calculation
1	Tiles	0.03*23*0.55 = 0.38 KN/m/rib
2	Mortar	0.02*22*0.55 = 0.242 KN/m/rib
3	Coarse Sand	0.07*16*0.55 = 0.62 KN/m/rib
4	Topping	0.08*25*0.55 = 1.1 KN/m/rib
5	RC. Rib	0.27*25*0.15= 1.01 KN/m/rib
6	Hollow Block	0.27*10*0.4 = 1.08 KN/m/rib
7	plaster	0.02*22*0.55= 0.242 KN/m/rib
8	partitions	2.5*0.55= 1.375 KN/m/rib
		Sum = 6.05 KN/m/rib

Table5: Dead Load Calculation of Rib

Dead Load / rib = 6.05 KN/m

Live load = 2.5KN/m2

Live load /rib =2.5 KN/m^2 × 0.55m = 1.375KN/m.

Effective Flange Width (bE)

b_e for T- section is the smallest of the following:

1 - b_e= L / 4 = 630/ 4 =157.5 cm

2 - b_e= 15 + 16 t = 15 + 16 (8) = 143 cm

3 - be ≤ center to center spacing between adjacent beams = 55cm

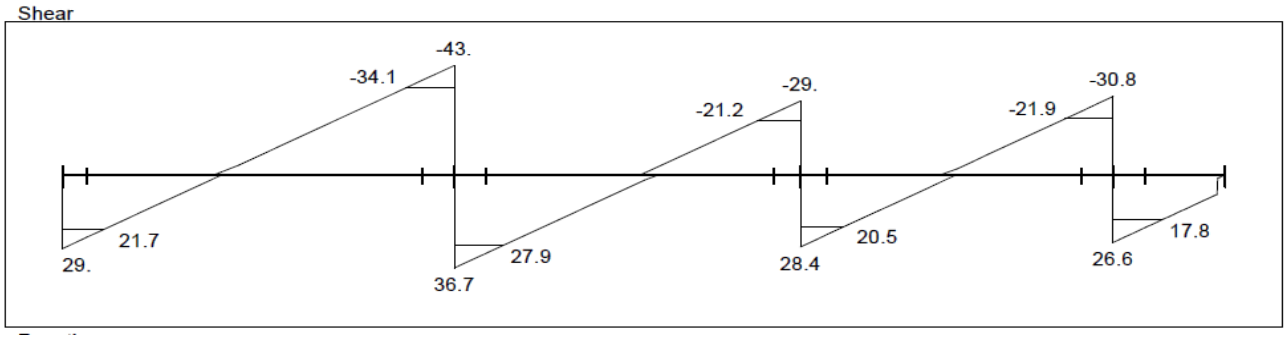
Select (be) for T-section = 55cm .

Factored loads:

Dead Load = 1.2 * 6.05 +1.6 * 1.375 = 9.46KN /m

d = 350– 20 –10 – (12/2) = 314 m

❖ **Design of Shear Force:**



Shear envelope of Rib

Maximum (Vu) at the critical Section = 34.1 kN

1.1* Ø * Vn = 1.1 * Ø * $\frac{1}{6} * \sqrt{f\acute{c}}$ ***bw*d** ≤ vu=34.1 KN

=1.1 *0.75 *$\frac{1}{6} * \sqrt{24}$ *150* 314=28.84 KN <VU =34.1 KN

So, shear reinforcement is required according to (ACI) :

CASE 3:

Ø * Vc < Vu $\leq Ø * Vc + Ø * Vs_{min}$

Ø * Vc = 0.75* $\frac{1}{6} * \sqrt{f\acute{c}}$ ***bw*d** = 0.75* $\frac{1}{6} * \sqrt{24}$ *150*314=28.84 KN

Ø*Vs_{min}= 0.75* $\frac{1}{16} * \sqrt{f\acute{c}}$ ***bw*d** = 0.75* $\frac{1}{16} * \sqrt{24}$ *150*314=10.82 KN

OR

Ø *Vs_{min}=0.75*$\frac{1}{3}$ *bw*d=0.75* $\frac{1}{3}$ *150*314=11.78 KN… **Controlled**

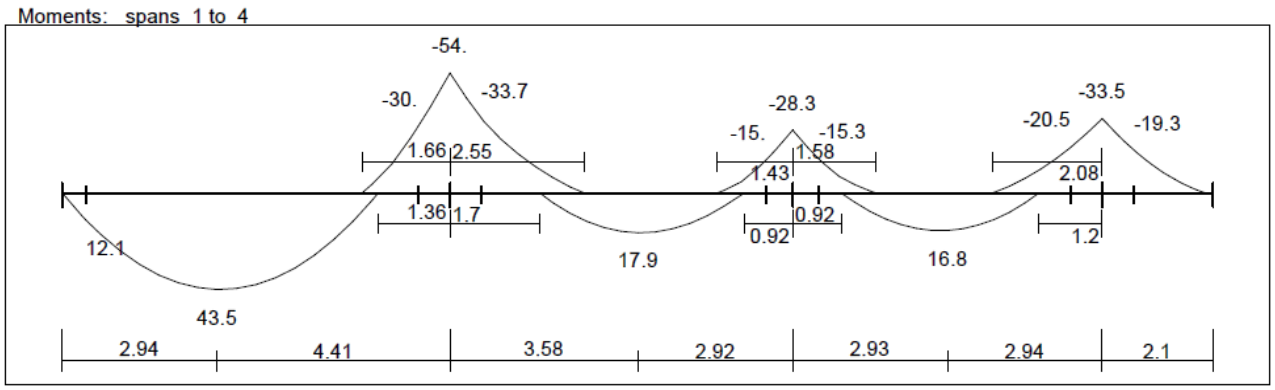
Ø * Vc + Ø *Vs_{min} = 28.84KN + 11.78 KN = 40.62KN <Vu =34.1 KN

Av =NO. of legs*As= 2*$\frac{\pi*10^2}{4}$ =157mm^2

$$S_{req} \leq \frac{d}{2} = \frac{314}{2} = 157mm$$
$$\leq 600mm$$

Select Ø10/15cm

❖ **Design of moment:**



Moment envelope of Rib

Design positive moment:

✓ **Design of positive moment in span (1)– Bottom Reinforcement:**

Span (1), maximum Mu^+ = 43.5KN.m

Check (a < t):

Ø * Mn = Ø * C * (d – ½*t)

= 0.9 * (0.85 * fć * t * bE) * (314 - ½ * 80)

= 0.9 * 0.85 * 24 * 80 * 550 * (314 - ½ * 80)

= 221.35 kN.m > Mu+ = 43.5 kN.m **→ a < t**

Design of rectangular section: (b = bE)

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{43.5*10^6/0.9}{550*314^2} = 0.89$ Mpa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 / (0.85*24) = 20.6

$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*0.89*20.6}{420}}\right) = 0.00217$

As (req) = ρ * bE *d = 0.00217 * 550 * 314 = 374.32 mm².

Check As(min):

As (min)=$\frac{1.4}{fy} * bw * d = \frac{1.4}{420} * 150 * 314 = 157$ mm². ……« **controlled**

OR

As (min)=$0.25 * \frac{\sqrt{fć}}{fy} * bw * d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 150 * 314$ =137.35mm².

So, As = 374.32 mm² > As (min) = 157 mm²

→ Select 2Ø16 with As = 402.12 mm².

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * bE

402.12*420=0.85*24*a*550

a= 15.05 mm.

Since, fc' = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

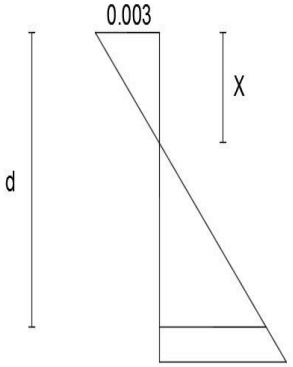
So, X = a / β = 15.05 / 0.85 = 17.71mm

From Strain Diagram:

$\frac{0.003}{17.71} = \frac{0.003+\varepsilon s}{314}$

ε_s =0.0502 >0.005

So, Ø = 0.9 → (OK)



✓ **Design of positive moment in span (2) – Bottom Reinforcement:**

Span (1), maximum Mu^{+} = 17.9KN.m

Check (a ≤ t):

Ø * Mn = Ø * C * (d – ½*t)

= 0.9 * (0.85 * fć * t * bE) * (314 - ½ * 80)

= 0.9 * 0.85 * 24 * 80 * 550 * (314 - ½ * 80)

= 201.22 kN.m > Mu^{+} = 17.9 kN.m **→ a < t**

Design of rectangular section: (b = bE)

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{17.9*10^6/0.9}{550*314^2} = 0.37$ Mpa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 / (0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.37*20.6}{420}}\right) = 0.00088$$

As (req) = ρ * bE *d = 0.00088 * 550 * 314 = 151.87 mm².

Check As(min):

As (min) = $\frac{1.4}{fy} * bw * d = \frac{1.4}{420} * 150 * 314 = 157$ mm². ……« **controlled**

OR

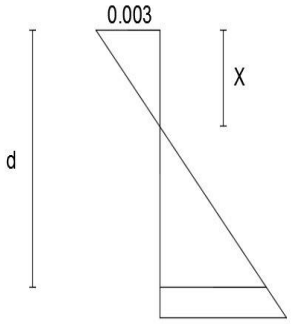
As (min) = $0.25 * \frac{\sqrt{fć}}{fy} * bw * d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 150 * 314$ =137.35mm².

So, As = 151.87 mm² < As (min) = 157 mm²

Select, As(min) = 157 mm² > As (req) = 151.87 mm²

→ Select 2 Ø10 with As = 158 mm²

Check Strain:



T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * bE

158*420=0.85*24*a*550

a= 5.87 mm.

Since, $fc' = 24$ MPa < 28 MPa → β = 0.85

So, X = a / β = 5.87 / 0.85 = 6.92 mm

From Strain Diagram:

$$\frac{0.003}{6.92} = \frac{0.003+\varepsilon s}{314}$$

ε_s =0.133 >0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**

✓ **Design of positive moment in span (3) – Bottom Reinforcement:**
Span (3), maximum Mu^+ = 16.8KN.m

So, Select As(min) = 157 mm²

→ Select 2 Ø10 with As = 158 mm²

Because positive moment in span (2) = 17.9KN.m > positive moment in span (3)=16.8KN.m

Design of negative moment:

Design as a rectangular section with (t = 150 mm)

✓ **Design of negative moment at support (A) – Top Reinforcement:**

Support (B), minimum Mu = -33.7 kN.m section with bE = bw

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{33.7*10^6/0.9}{150*314^2} = 2.53$ Mpa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 /(0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*2.53*20.6}{420}}\right) = 0.00645$$

As (req) = ρ * bE *d = 0.00645 * 150 * 314 = 303.92 mm².

Check As(min):

As (min) = $\frac{1.4}{fy} * bw * d = \frac{1.4}{420} * 150 * 314 = 157$ mm². ……« **controlled**

OR

As (min) = $0.25 * \frac{\sqrt{fć}}{fy} * bw * d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 150 * 314$ =137.35mm².

So, As = 303.92 mm² > As (min) = 157 mm²

→ Select 2 Ø14 with As = 307.87 mm²

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * bE

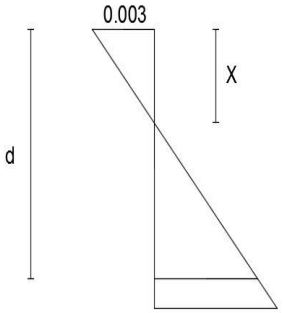
307.87*420=0.85*24*a*550

a= 11.52 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

So, X = a / β = 11.52 / 0.85 = 13.56 mm

From Strain Diagram:



$\frac{0.003}{13.56} = \frac{0.003+\varepsilon s}{314}$

ε_s = 0.0666 >0.005

So, Ø **= 0.9 → (OK)**

✓ **Design of negative moment at support (B) – Top Reinforcement:**

Support (B), minimum Mu = -15.3 kN.m section with bE = bw

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{15.3*10^6/0.9}{150*314^2} = 1.15$ Mpa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 / (0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*1.15*20.6}{420}}\right) = 0.00282$$

As (req) = ρ * bE *d = 0.00282* 150 * 314 = 132.8 mm².

Check As(min):

As (min) = $\frac{1.4}{fy} * bw * d = \frac{1.4}{420} * 150 * 314 = 157$ mm². ……« **controlled**

OR

As (min) = $0.25 * \frac{\sqrt{fć}}{fy} * bw * d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 150 * 314$ =137.35mm².

So, As = 132.8 mm² < As (min) = 157 mm²

Select As(min) = 157 mm²

→ Select 2 Ø10 with As = 158 mm²

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * bE

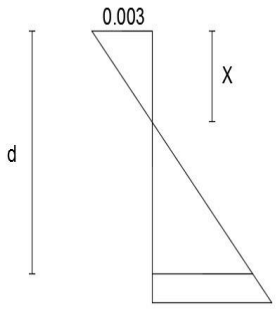
158*420=0.85*24*a*550

a= 5.91 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

So, X = a / β = 5.91 / 0.85 = 6.96 mm

From Strain Diagram:



$$\frac{0.003}{6.96} = \frac{0.003+\varepsilon s}{314}$$

ε_s=0.133>0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**

✓ **Design of negative moment at support (C) – Top Reinforcement: Support (B), minimum Mu = -20.5 kN.m section with bE = bw**

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{20.5*10^6/0.9}{150*314^2} = 1.54$ Mpa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 /(0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*1.54*20.6}{420}}\right) = 0.00382$$

As (req) = ρ * bE *d = 0.00382 * 150 * 314 = 179.8 mm².

Check As(min):

As (min) = $\frac{1.4}{fy} * bw * d = \frac{1.4}{420} * 150 * 314 = 157$ mm². ……« **controlled**

OR

As (min) = $0.25 * \frac{\sqrt{fć}}{fy} * bw * d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 150 * 314$ =137.35mm².

So, As = 179.8 mm² > As (min) = 157 mm²

→ Select 2 Ø12with As = 226.2 mm²

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * bE

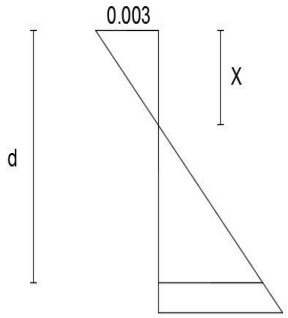
226.2*420=0.85*24*a*550

a= 8.47 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

So, X = a / β = 8.47 / 0.85 = 9.96 mm

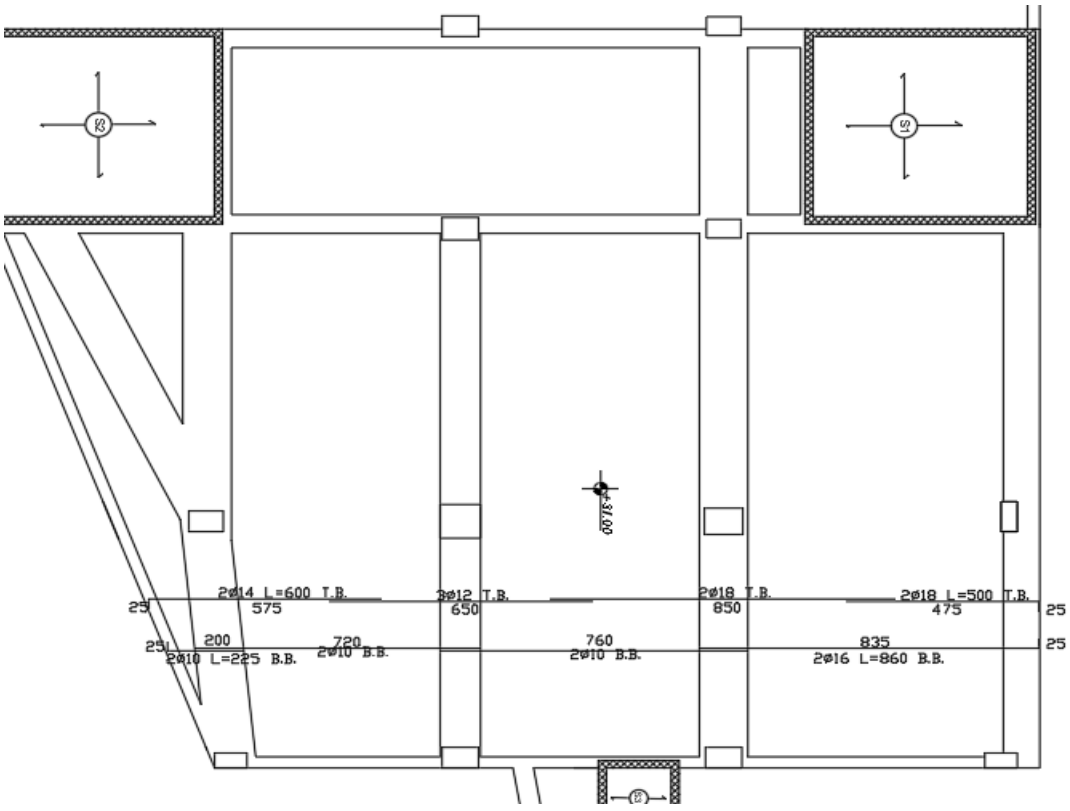
From Strain Diagram:



$$\frac{0.003}{9.96} = \frac{0.003+\varepsilon s}{314}$$

ε_s = 0.092 >0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**



Picture 45: Reinforcement of Ribbed slab

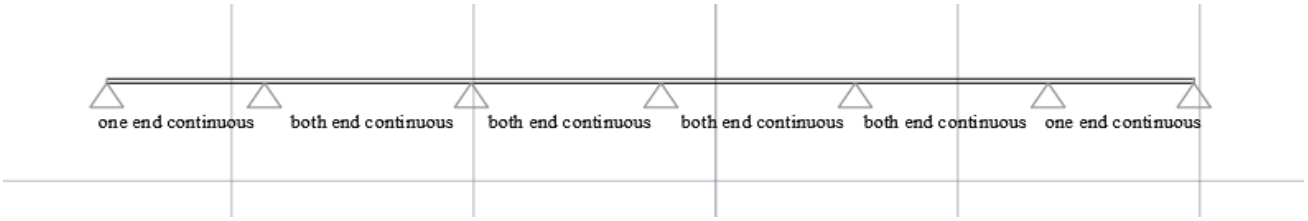
4.4 Design of Beam B22:

❖ **Material: -**

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm^2

⇒ Reinforcement Steel Fy = 420 N/mm^2

❖ **Check of Minimum Thickness of beam:**



Minimum thickness				
Member	**Simply supported**	**One end Continuous**	**Both end continuous**	**Cantilever**
Beams or ribbed one-way slabs	**L/16**	**L/18.5**	**L/21**	**L/8**

$h_{min}$for (one end continuous) =L/18.5 = 3.62/18.5 = 19.5 cm

$h_{min}$for (both end continuous) =L/21 = 7.05/21 = 33.6 cm

$h_{min}$for (both end continuous) =L/21 = 6.5/21 = 31 cm

$h_{min}$for (both end continuous) =L/21 = 6.9/21 = 32.8 cm

$h_{min}$for (both end continuous) =L/21 = 6.26/21 = 29.8 cm

$h_{min}$for (one end continuous) =L/18.5 = 3.55/18.5 = 19.2 cm

❖ **Section: -**

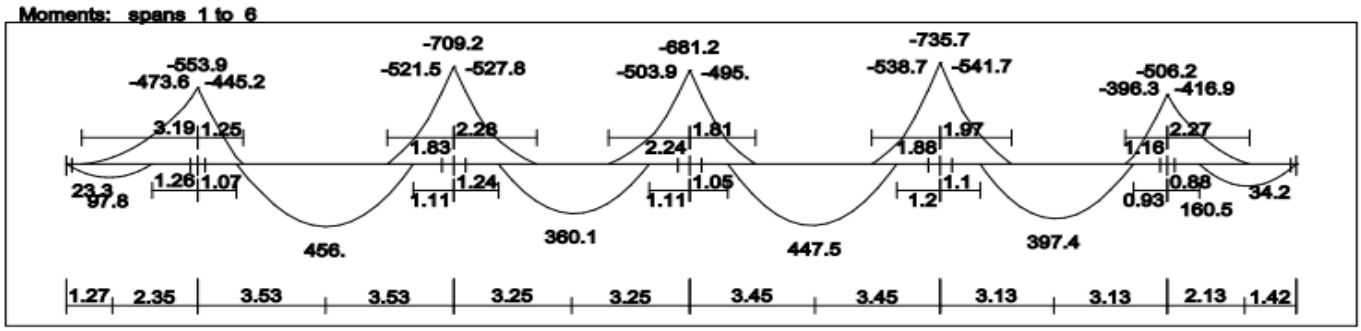
⇒ B =120cm.

⇒ h=40cm.

⇒ Assume bar diameter ø 25 for main reinforcement

⇒ d=400 - 40-10 - 25/2 = 337.5 mm.

Design of moment for Beam:



Moment of Envelope of Beam

✓ **Design of Positive Moment in sapn (2) Mu = 456KN.m**

- Assume bar diameter ø 25 for main positive reinforcement

$\Rightarrow$ d=400 - 40-10 - 25/2 = 337.5 mm.

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{456*10^6/0.9}{1200*337.5^2} = 3.71$ Mpa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 * (0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*3.71*20.6}{420}}\right) = 0.00983$$

As (req) = ρ * b *d = 0.00983 * 1200 *337.5 = 3980.5 mm².

Check ρ_{max}

$\rho_{max} = 0.85 \times \frac{24}{420} \times 0.85 \times \frac{3}{7} = 0.0177$

$\rho = 0.00983 < \rho_{max} = 0.0177$

Check As(min):

As (min) = $\frac{1.4}{fy} * b * d = \frac{1.4}{420} * 1200 * 337.5 = 1350$ mm². « control

OR

As (min) = $0.25 * \frac{\sqrt{fć}}{fy} * b * d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 1200 * 337.5 = 1181$mm².

So, As = 3980.5 mm².> As (min) = 1350 mm².

As ø 20 = 314.16 mm²

$$N_{req} = \frac{AS_{req}}{AS\#\ BARS} = \frac{3980.5}{314.16} = 12.67 basrs$$

Select 13 ø 20 AS = 4084.1 mm²

Check Strain:

T = C

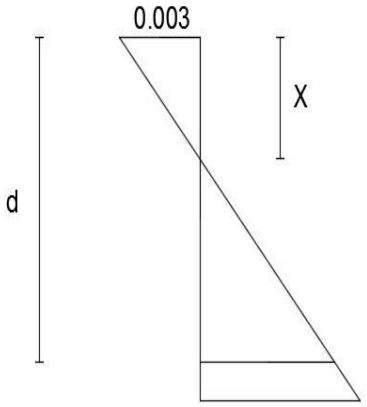
As * Fy = 0.85 * Fc' * a * b

4084.1 *420=0.85*24*a*1200

a= 70.1 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

So, X = a / β = 70.1/ 0.85 = 82.47 mm



From Strain Diagram:

$$\frac{0.003}{82.47} = \frac{0.003+\varepsilon s}{337.5}$$

ε_s=0.0093>0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**

✓ **Design of Positive Moment in span (4) Mu = 447.5KN.m**

- Assume bar diameter ø 20 for main positive reinforcement

Because positive moment in span (2) = 456KN.m ≈positive moment in span (4)=447.5KN.m

So, Select 13 ø 20

✓ **Design of Positive Moment in sapn (3) Mu = 360.1KN.m**

- Assume bar diameter ø 20 for main positive reinforcement

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{360.1*10^6/0.9}{1200*337.5^2} = 2.93$ Mpa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 * (0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*2.93*20.6}{420}}\right) = 0.00757$$

As (req) = ρ * b *d = 0.00757* 1200 * 337.5 = 3065.85 mm².

Check As(min):

As (min) = $\frac{1.4}{fy} * b * d = \frac{1.4}{420} * 1200 * 337.5 = 1350$ mm². « control

OR

As (min) = $0.25 * \frac{\sqrt{fć}}{fy} * b * d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 1200 * 337.5 = 1181$mm².

So, As = 3065.85 mm² > As (min) = 1350 mm²

As ø 20 =314.16 mm²

$$N_{req} = \frac{AS_{req}}{AS\#\ BARS} = \frac{3065.85}{314.16} = 9.75 basrs$$

Select 10ø 20 AS = 3141.6 mm²

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * b

3141.6*420=0.85*24*a*1200

a= 53.9 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

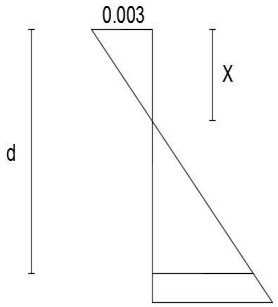
So, X = a / β = 53.9/ 0.85 = 63.41 mm

From Strain Diagram:

$\frac{0.003}{63.41} = \frac{0.003+\varepsilon s}{337.5}$

ε_s=0.0013>0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**



✓ **Design of Positive Moment in sapn (5) Mu = 397.4KN.m**

- Assume bar diameter ø 20 for main positive reinforcement

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{397.4*10^6/0.9}{1200*337.5^2} = 3.23$ Mpa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 * (0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*3.23*20.6}{420}}\right) = 0.00842$$

As (req) = ρ * b *d = 0.00842* 1200 * 337.5 = 3410.45 mm².

Check As(min):

As (min) = $\frac{1.4}{fy} * b * d = \frac{1.4}{420} * 1200 * 337.5 = 1350$ mm². « control

OR

As (min) = $0.25 * \frac{\sqrt{fć}}{fy} * b * d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 1200 * 337.5 = 1181$mm².

So, As = 3410.45 mm² > As (min) = 1350 mm²

As ø 20 =314.16 mm²

$$N_{req} = \frac{AS_{req}}{AS\#\ BARS} = \frac{3410.45}{314.16} = 10.86 basrs$$

Select 11ø 20 AS = 3455.76 mm²

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * b

3455.76*420=0.85*24*a*1200

a= 59.29 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

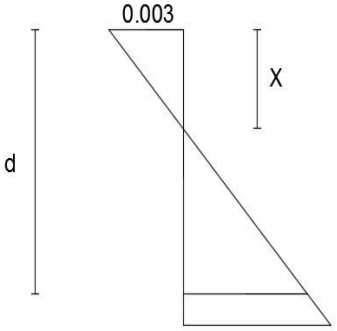
So, X = a / β = 59.29/ 0.85 = 63.41 mm

From Strain Diagram:

$\frac{0.003}{59.29} = \frac{0.003+\varepsilon s}{337.5}$

ε_s=0.0141>0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**



✓ **Design of Positive Moment in sapn (6) Mu = 34.2 KN.m**

- Assume bar diameter ø 16 for main positive reinforcement

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{34.2*10^6/0.9}{1200*337.5^2} = 0.278$ Mpa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 * (0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.278*20.6}{420}}\right) = 0.000666$$

As (req) = ρ * b *d = 0.000666* 1200 * 337.5 = 270 mm².

Check As(min):

As (min) = $\frac{1.4}{fy} * b * d = \frac{1.4}{420} * 1200 * 337.5 = 1350$ mm². « control

OR

As (min) = $0.25 * \frac{\sqrt{fć}}{fy} * b * d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 1200 * 337.5 = 1181$mm².

So, As (req) = 270 mm² <As (min) = 1350 mm²

Select As (min) = 1350 mm²

As ø 16 =201.1 mm²

$$N_{req} = \frac{AS_{req}}{AS\#\ BARS} = \frac{1350}{201.1} = 6.7 basrs$$

Select 7ø 16 AS = 1407.7mm²

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * b

1407.7*420=0.85*24*a*1200

a= 24.15 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

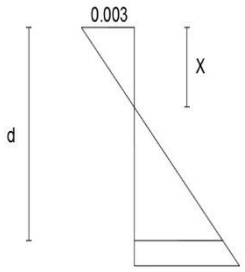
So, X = a / β = 24.15/ 0.85 = 28.41 mm

From Strain Diagram:

$\frac{0.003}{28.41} = \frac{0.003+\varepsilon s}{337.5}$

ε_s=0.033>0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**



✓ **Design of Positive Moment in sapn (1) Mu = 23.3 KN.m**

Because positive moment in span (6)= 34.2KN.m > positive moment in span (1)=23.3KN.

So ;selsect AS(min)= 1350 mm² > As (req) .

So, Select 7 ø 16

✓ **Design of Negative Moment in support (D) Mu = - 541.7 KN.m**

Negative Moment in support (B, D) ≈ Mu = - 541.7 KN.m

Mu(B)=-527.8 KN.m

- Assume bar diameter ø 25 for main positive reinforcement

⇒ d=400 - 40-10 - 25/2 = 337.5 mm.

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{541.7*10^6/0.9}{1200*337.5^2} = 4.4$ Mpa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 * (0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*4.4*20.6}{420}}\right) = 0.012$$

As (req) = ρ * b *d = 0.012* 1200 * 337.5 = 4842.5mm².

Check ρ_{max}

$\rho_{max} = 0.85 \times \frac{24}{420} \times 0.85 \times \frac{3}{7} = 0.0177$

$\rho = 0.012 < \rho_{max} = 0.0177$

Check As(min):

As (min) = $\frac{1.4}{fy} * b * d = \frac{1.4}{420} * 1200 * 337.5 = 1350$ mm². « control

OR

As (min) = $0.25 * \frac{\sqrt{fć}}{fy} * b * d = 0.25 * \frac{\sqrt{24}}{420} * 1200 * 337.5 = 1181$mm².

So, As = 4842.5 mm².> As (min) = 1350 mm².

As ø 25 =490.78 mm²

$N_{req} = \frac{AS_{req}}{AS\#\ BARS} = \frac{4842.5}{490.78} = 9.86\ basrs$

Select 10 ø 25 AS = 4908.74 mm²

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * b

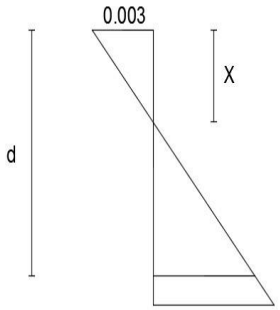
4908.74*420=0.85*24*a*1200

a= 84.22 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

So, X = a / β = 84.22/ 0.85 = 99.1mm

From Strain Diagram:



$$\frac{0.003}{99.1} = \frac{0.003+\varepsilon s}{337.5}$$

ε_s=0.00722>0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**

✓ **Design of Negative Moment in support (C)Mu = - 503.9KN.m**

- Assume bar diameter ø 25 for main positive reinforcement

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{503.9*10^6/0.9}{1200*337.5^2} = 4.09$ MPa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 * (0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*4.09*20.6}{420}}\right) = 0.0109$$

As (req) = ρ * b *d = 0.0109* 1200 * 337.5 = 4414.5 mm².

So, As = 4414.5 mm² > As (min) = 1350 mm².

As ø 25 =490.78 mm²

$$N_{req} = \frac{AS_{req}}{AS\#\ BARS} = \frac{4414.5}{490.78} = 8.99\ basrs$$

Select 10 ø 25 AS = 4908.74 mm²

Check Strain:

T = C

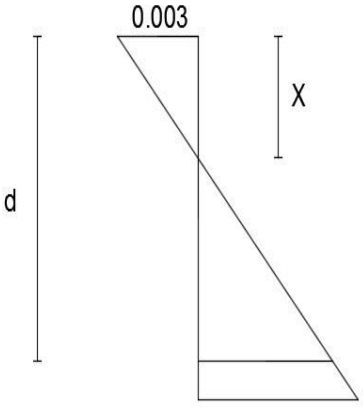
As * Fy = 0.85 * Fc' * a * b

4908.74*420=0.85*24*a*1200

a= 84.22 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

So, X = a / β = 84.22/ 0.85 = 99.1mm



From Strain Diagram:

$$\frac{0.003}{99.1} = \frac{0.003+\varepsilon s}{337.5}$$

ε_s=0.00722>0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**

✓ **Design of Negative Moment in support (E)Mu = - 416.9KN.m**

- Assume bar diameter ø 25 for main positive reinforcement

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{416.9*10^6/0.9}{1200*337.5^2} = 3.39$ MPa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 * (0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*3.39*20.6}{420}}\right) = 0.00888$$

As (req) = ρ * b *d = 0.00888* 1200 * 337.5 = 3598.2 mm².

So, As = 3598.2 mm² > As (min) = 1350 mm².

As ø 25 =490.78 mm²

$$N_{req} = \frac{AS_{req}}{AS\#\ BARS} = \frac{3598.2}{490.78} = 7.33\ basrs$$

Select 8 ø 25 AS = 3926.24 mm²

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * b

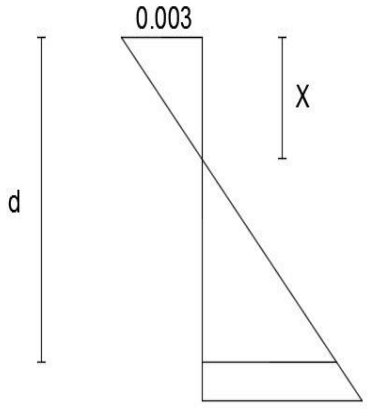
3926.24*420=0.85*24*a*1200

a= 67.36 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

So, X = a / β = 67.36/ 0.85 = 79.25mm

From Strain Diagram:



$$\frac{0.003}{79.25} = \frac{0.003+\varepsilon s}{337.5}$$

ε_s=0.01>0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**

✓ **Design of Negative Moment in support (A)Mu = - 473.6KN.m**

- Assume bar diameter ø 25 for main positive reinforcement

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{473.6*10^6/0.9}{1200*337.5^2} = 3.85$ MPa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 * (0.85*24) = 20.6

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*3.85*20.6}{420}}\right) = 0.0102$$

As (req) = ρ * b *d = 0.0102* 1200 * 337.5 = 4150.64 mm².

So, As = 4150.64 mm² > As (min) = 1350 mm².

As ø 25 =490.78 mm²

$$N_{req} = \frac{AS_{req}}{AS\#\ BARS} = \frac{4150.64}{490.78} = 8.45\ basrs$$

Select 9 ø 25 AS = 4417.02 mm²

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * b

4417.02*420=0.85*24*a*1200

a= 75.78 mm.

Since fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

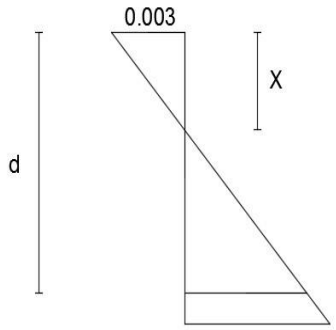
So, X = a / β = 75.78/ 0.85 = 89.16 mm

From Strain Diagram:

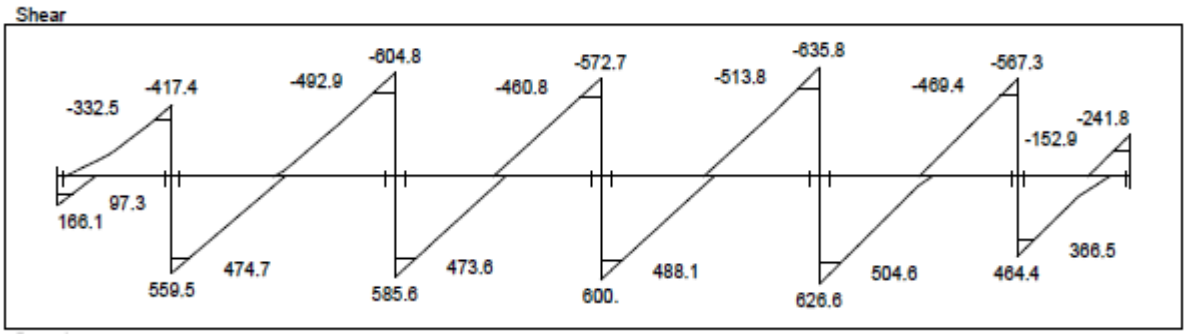
$\frac{0.003}{89.16} = \frac{0.003+\varepsilon s}{337.5}$

ε_s=0.0084>0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**



Design of shear for Beam:



Shear Envelope of Beam

⇒ **For shear force V_u = -513.8 KN.**

d = 337.5 mm

Ø * Vc = 0.75*$\frac{1}{6} * \sqrt{fć}$ *b*d

= 0.75* $\frac{1}{6} * \sqrt{24}$ *1200*337.5=248 KN < Vu =513.8 KN

So, we need shear reinforcement.

Region 1&2 is not suitable.

1) Region III: -

Ø * Vc < Vu ≤ Ø $*$ Vc + Ø $*$ Vs_{min}

Ø * Vc = =0.75* $\frac{1}{6} * \sqrt{24}$ *1200*337.5=248 KN

Ø *Vs_{min} = 0.75*$\frac{1}{16} * \sqrt{fć}$ *b*d=0.75* $\frac{1}{16} * \sqrt{24}$ *1200*337.5 = 93 KN

OR

Ø *Vs_{min}= 0.75*$\frac{1}{3}$ *b*d=0.75* $\frac{1}{3}$ *1200*337.5=101.25 KN → **CONTROL**

Ø * Vc + Ø *Vs_{min}= 248+101.25 =349.25 KN <Vu = 513.8 KN

→ Φ Vc<Vu ≤ Φ Vc + Φ Vsmin

248 < 513.8 ≤ 349.25 →not satisfied.

2) Region IV : -

$$\emptyset \mathrm{Vc} + \emptyset Vs_{min} \; < \; Vu \; \leq \; \emptyset \mathrm{Vc} + \frac{1}{3} \times \emptyset \times \sqrt{fc'} \times bw \times d$$

$$\frac{1}{3} \times \emptyset \times \sqrt{fc'} \times bw \times d = \frac{1}{3} \times 0.75 \times \sqrt{24} \times 1200 \times 337.5 \; = 496kN$$

$$349.25 \; < \; 513.8 < 744 \qquad \rightarrow \textbf{satisfied}$$

#Shear reinforcement are required:

Use stirrups (4 leg stirrups) ø 10, $A_v = 4 \times 79 = 316\ mm^2$.

$$S = \frac{A_v f_{yt}\, d}{v_s} = \frac{316 \times 420 \times 337.5}{354.27 \times 10^3} = 126.44\ mm \qquad \boldsymbol{control}$$

$$s_{max} \; \leq \frac{d}{2} = \frac{337.5}{2} = \; 168.75 \; mm$$

$$or \qquad s_{max} \; \leq 600\ mm$$

Use 4 leg Φ 10 @100mm & Use 4 leg Φ 10@ 150mm → <u>for all spans</u>

4.5 Design of Column C14

$f\acute{c}$ = 32 Mpa **fy = 420 Mpa**

Dead =2560 kN **Live =520 kN**

<u>Solution:</u>

<u>Check Slenderness:</u>

$$\frac{\mathrm{Klu}}{\mathrm{r}} \leq 34 - 12\,(\frac{\mathrm{m1}}{\mathrm{m2}}) \leq 40$$

About X:

B = 55 cm, Lu = 2.65 m

K = 1 for braced $\dfrac{1 * 2.65}{0.3 * 0.9} = 9.8 \leq 22 \; \leq 40$

About Y:

h = 90 cm, Lu = 2.65 m

K = 1 for braced $\dfrac{1 * 2.65}{0.3 * 0.55} = 16.1 \leq 22 \; \leq 40$

Its Short Column in X &Y Direction

Pu = Dead +Live

= 1.2*2560+1.6*520 =3904 KN

$\emptyset = 0.65\ for\ tied\ Column$

Ag = 550 *900 =495000 mm^2

$Pu = \emptyset * 0.8 * A_g \{ 0.85 * f\acute{c} (1 - p_g) + p_g * fy \}$

$3904 * 10^3 = 0.65 * 0.8 * 495000 \{ 0.85 * 32 (1 - p_g) + p_g * 420 \}$

$p_g = 0.01 \rightarrow p_g = \frac{A_S}{A_g}$

$A_S = p_g * A_g$ =0.01*495000 =4950mm^2

Select 16 ∅ 20 As = 5024mm^2 As longitudinal bars

Design for Ties:

Use ∅ 10

1. **48* d_s** = 48*10 = 480 mm
2. **16*d_b** = 16 *20 = 320 mm
3. **The least dimension of the column** = 550 mm

Use ∅ 10@ 20cm as stirrups bars

Check code required

1. **Clear spacing between longitudinal bars:**

In direction x:

Clear spacing = $\frac{550-40*2-10*2-4*20}{3}$ = 123.3 > 40mm …… **(OK)**

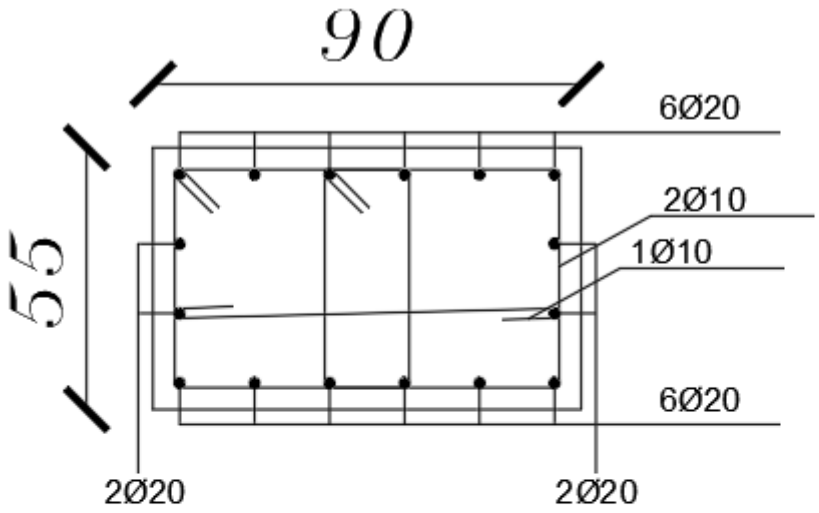
In direction y:

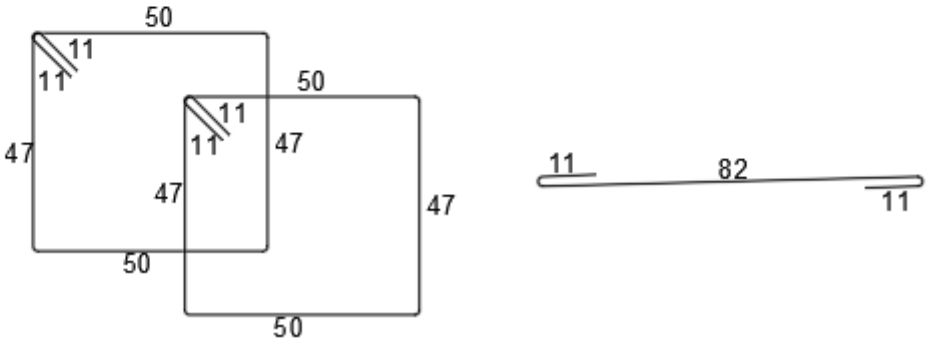
Clear spacing = $\frac{900-40*2-10*2-6*20}{5}$ = 136 > 40 mm …… **(OK)**

2. Gross reinforcement ratio:

$$0.01 \leq \rho \leq 0.08$$

$$\rho = \frac{5024}{495000} = 0.01 \geq 0.01 \text{ ……..(OK)}$$





Reinforcement of column

4.6 Design of Basment wall:

Fy=420 Mpa $\quad f\acute{c} = 24\ Mpa$

$\gamma_{soil} = 18\ KN/m^3$ $\quad \gamma_{RC} = 25\ KN/m^3$

$\emptyset soil = 30$ $\quad cover = 4cm$

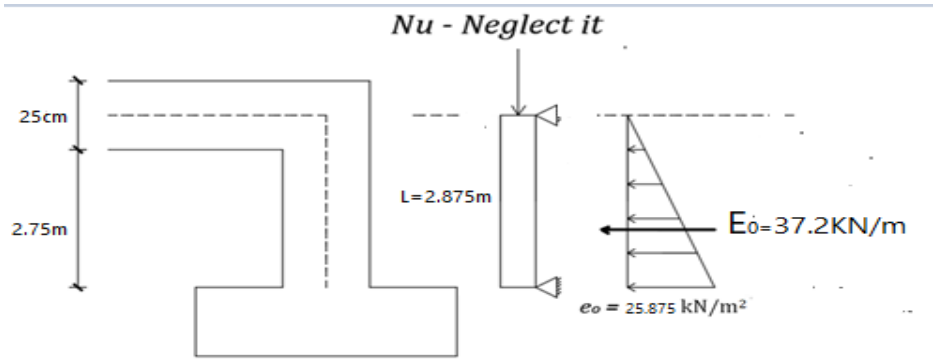
solution:

1) **System and Loads:**

$k_o = 1 - \sin \emptyset = 1 - \sin 30 =$ **0.5**

$e_o = k_o \times \gamma \times h = 0.5 \times 18 \times 2.875 =$ **25.875 kN/m²**

$E_o = e_o \times \frac{h}{2} = 25.875 \times \frac{2.875}{2} =$ **37.2 kN/m**

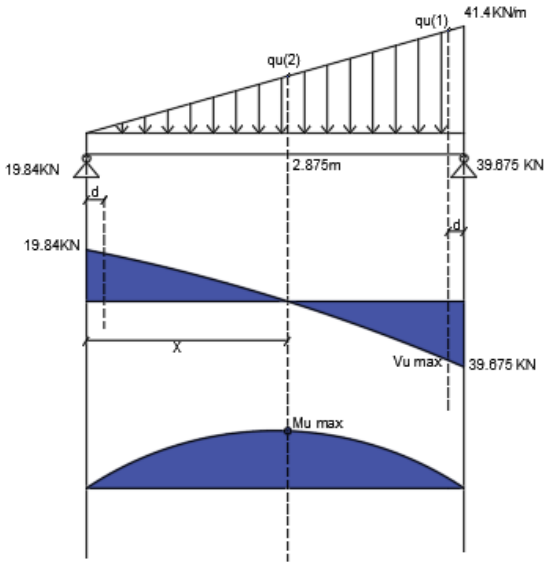


For (1m) strip:

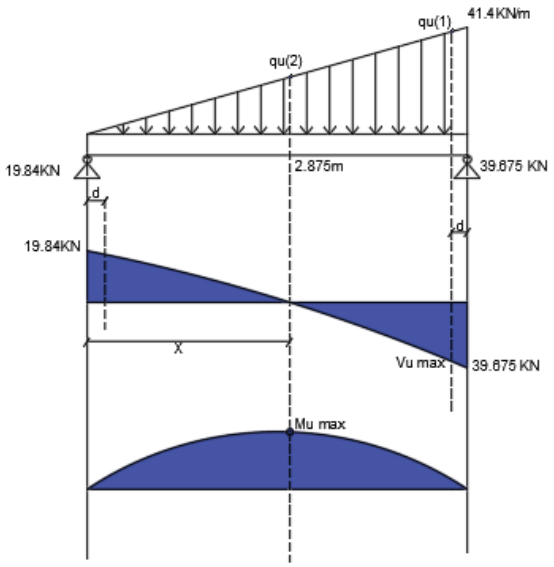
$\sum M_{RA} = 0$

41.4×0.5×2.875×(2/3) ×2.875- By×2.875=0

By=39.675 kN , Ay= +19.84 kN



2)Design of Shear Force:



$Assume$ (h) $of\ wall$ = 30 cm

d = 300 − 40 − 12 = 248 mm

$q_{u(1)} = \frac{41.4}{2.875} \times (2.875 - 0.248)$

= 37.83 kN/m²

Vu_{max} = -39.675+37.83× 0.248+(41.4-37.83)× $\frac{0.248}{2}$

=29.85 kN

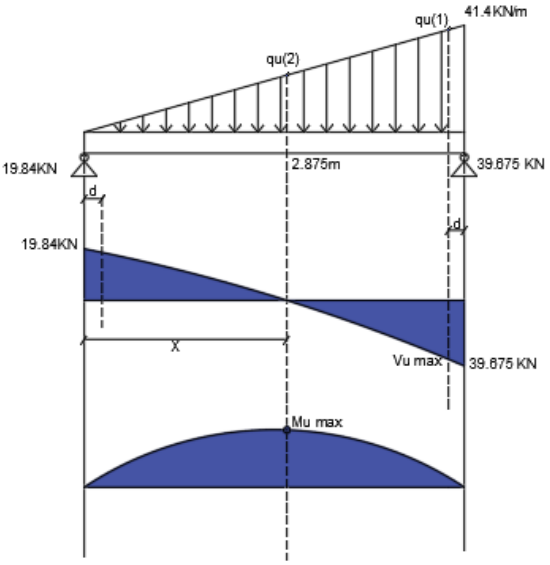
$\emptyset \times Vc = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 1000 \times 248$

= 151.86 kN

$\emptyset \times Vc$ **= 151.86** > Vu_{max}**=29.85 kN**

$\boldsymbol{h}$ = 30 $\boldsymbol{cm}$; $\boldsymbol{is\ Ok}$

3)Design of Bending Moment:



Mu_{max} at $Vu = 0$

$Vu = 0 \rightarrow 19.84 - q_{u(2)} \times \frac{x}{2} = 0$

$q_{u(2)} = \frac{41.4}{2.875} \times x$

$19.84 - \frac{41.4}{2 \times 2.875} \times x^2 = 0$

$7.2x^2$ =19.84

x=1.66 m

$q_{u(2)}= \frac{41.4}{2.875} \times 1.66 = 23.9 kN/m$

Section at (x) = 1.66m

Mu_{max}= 19.84 × 1.66 – 23.9 × 1.66 ×0.5×$\frac{1}{3}$ × 1.66=21.96 kN.m

$m = \frac{Fy}{0.85\, fc'} = \frac{420}{0.85(24)} = 20.6$

Assume Ø = 0.9

$M_n = \frac{Mu}{Ø} = \frac{21.96}{0.9}$ = 24.4 KN.m

$K_n = \frac{24.4\times10^6}{(248)^2 \times1000}$ = 0.397 Mpa

$\rho_{req} = \frac{1}{20.6} [\, 1 - \sqrt{1 - \frac{2\times 0.397\times20.6}{420}}\,] = 0.000954$

$As_{req} = \rho_{req} \times b \times d = 0.000954\times100 \times24.8 = 2.37\ cm^2/m$

As_{min}=0.0012*100*30= 3.6 cm^2/m > As_{req} = 2.37 cm^2/m

Select Ø 10@20cm /1m with As = 3.95 $\boldsymbol{cm^2/m}$ (Tenion Face)

Design of Compression face:

As_{min}=0.0012*100*30= 3.6 cm^2/m

Select Ø 10@20 cm/1m with As = 3.95 cm^2/m (Compression Face)

Design of Horizontal Reinforcement:

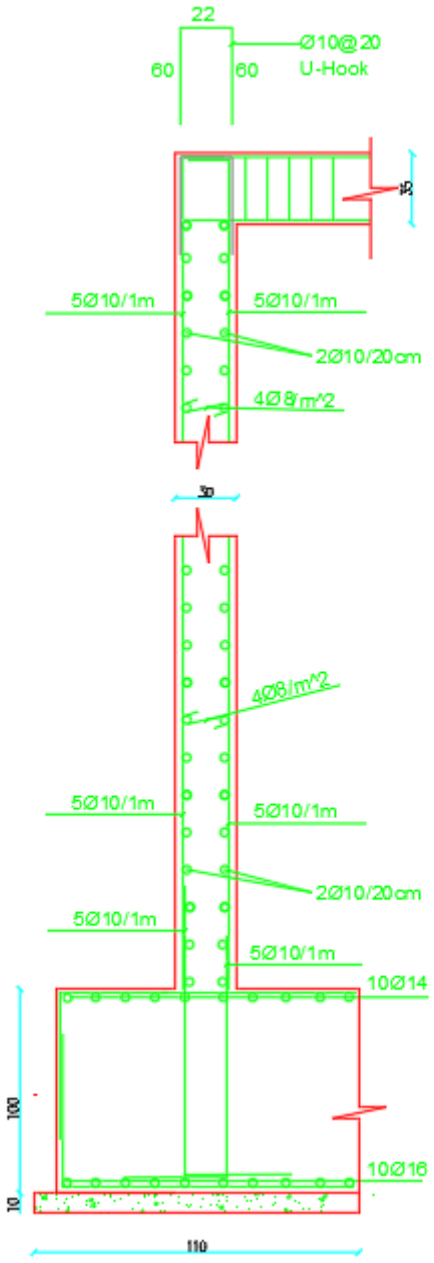
As = As_{min}

According to ACI:

As_{min} for the two layers = 0.002 × b × h

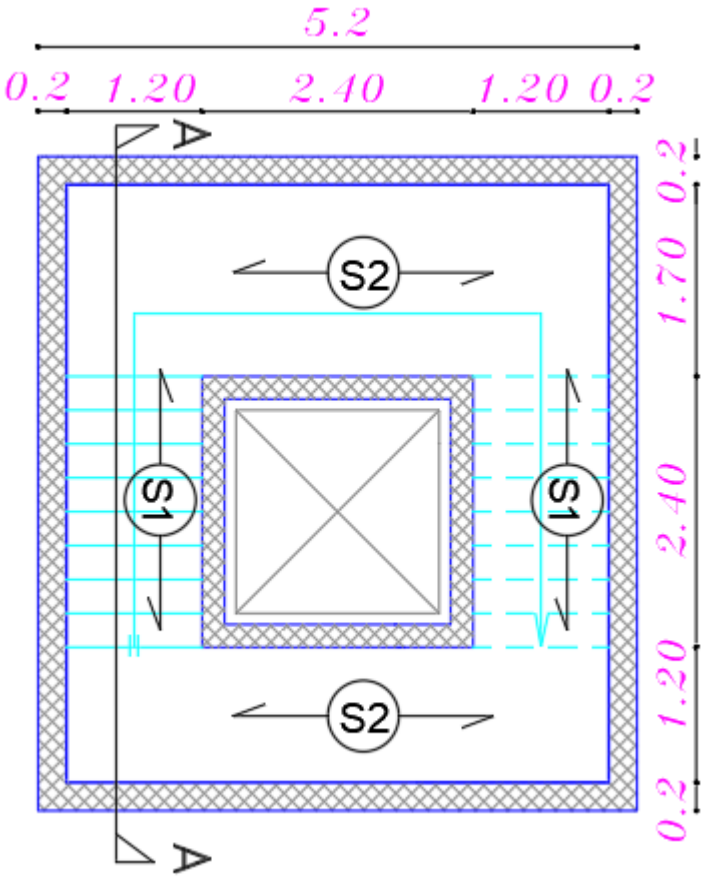
$for\ one\ layer$; As_{min} = 0.001 × 100 ×30 =3 cm^2/m

Select* Ø10@20 *cm



Reinforcement of basement wall

4.7 Design of stair:



Plan of stair

solution:

Material: -

concrete B300 **Fc' = 24 N/mm^2**

Reinforcement Steel **Fy = 420 N/mm^2**

a) Design of Flight :-

1) Determination of Thickness:-

$h_{min} = L/20$

$h_{min} = 3.8/20 = 16$ cm

Take h = 20 cm

The Stair Slope by $\theta = \tan^{-1}(17 / 30) = 29.5^{o}$

2) Load Calculation:

Dead Load For Flight for 1m Strip: -

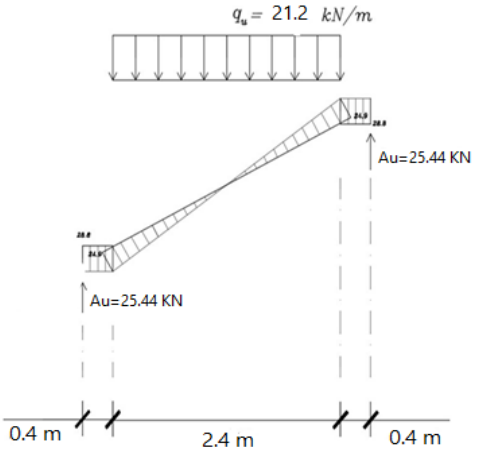
Dead Load Calculation of Flight

Dead Load	Calculation	KN/m
Flight	0.2*25*1*(1/cos 29.5)	5.74
plaster	0.03*22*1*(1/cos 29.5)	0.758
Horizontal Mortar	0.03*22*1	0.66
Vertical Mortar	0.03*22*(0.17/0.3)	0.37
Horizontal Tiles	0.04*23*1*(33/30)	1
Vertical Tiles	0.03*23*(0.17/0.3)	0.39
Triangle	0.5*0.17*25	2.125
SUM	11	

Live Load For Landing for 1m Strip = 5*1 = 5 Kn/m

Factored Load For Flight: -

qu = 1.2 ×11+ 1.6×5=21.2Kn.m



Shear Force Diagram:

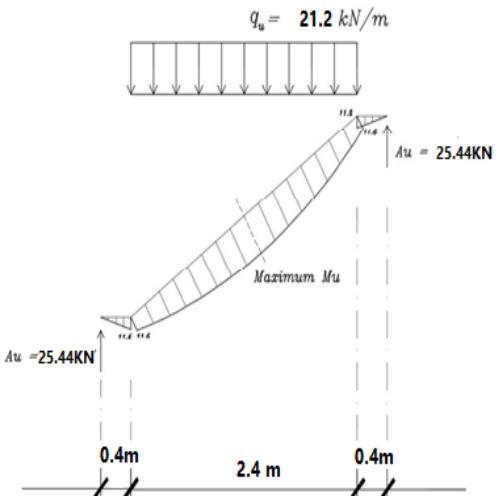
Max. Vu of Flight = 22.14 kN

Wher :Max. Vu = 25.44× cos(29.5)= 22.14KN

Bending Moment Diagram:

Max. Mu of Flight :

Mu=25.44×1.6 – 21.2×1.2.×0.6 =25.44 kN.m



3) Design of Shear for Flight:-

Assume bar diameter ø 12 for main reinforcement

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 200 - 20 - \frac{12}{2} = 174\ mm$

Vu = 22.14 KN

Ø×V_c =0.75 $\frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = =\ 0.75 * \frac{1}{6}\sqrt{24} * 1000 * 174 = 106.5$Kn

Vu, max = 22.14KN < 106.5 KN

The thickness of the slab is adequate enough

4) Design of Bending Moment for Flight :- (Mu=25.44 Kn.m)

Mn = Mu/0.9 = 25.44/0.9 = 28.67 KN.m/m

Assume bar diameter ø 12 for main reinforcement

K_n= $\frac{M_n}{bd^2} = \frac{28.67\times10^6}{1000\times174^2} = 0.95Mpa$

m= $\frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

ρ= $\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times0.95}{420}}\right) = 0.0023$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.0023 ×1000×174 = 400.2 mm^2/m

$A_{s,min}$ = 0.0018*1000*200 = 360mm^2/m

$A_{s_{req}}$ = 400.2 mm^2>$A_{s,min}$=360mm^2/m

Check for Spacing for shrinkage and temperature reinforcement smallest of:

S = 5h = 5*200 =1000 mm

S = 450 mm

S = 300mm

S= 300 < S_{max}=360 mm - OK

Use Ø12@20cm with AS(prov.)=565.48mm^2> AS(req.)=360 mm^2

b) Design of Landing:

Determination of Thickness: -

h_{min} = L/20

h_{min} = 5.1 /20 = 0.25 = 25cm

Take h = 25cm

1) Load Calculation: -

Dead Load For Solid 2 & 3 Landing for 1m Strip: -

Dead Load Calculation of Middle Landing

No.	Parts of Landing	Calculation	
1	Tiles	23*0.03*1= 0.69Kn/m	
2	Mortar	22*0.02*1= 0.44Kn/m	
3	Sand	0.07*16*1=1.12	
4	slab	0.25*25*1= 6.25Kn/m	
5	Plaster	22*0.02*1= 0.44Kn/m	
		Sum	8.94Kn/m

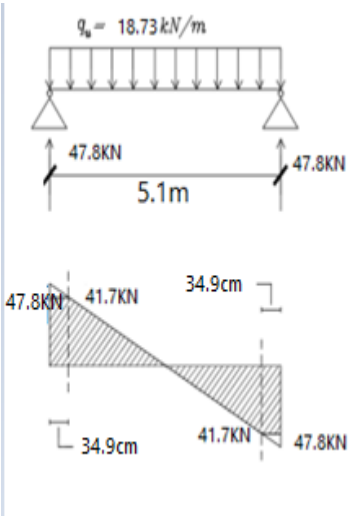
2) Design of Slab (3) away from the flight:

Live Load For Landing for 1m Strip = 5*1 = 5 Kn/m

Factored Load For Flight: -

qu = 1.2 ×8.94+ 1.6×5=18.73 KN.m

d =h- cover $-\frac{d_b}{2} = 250 - 20 - \frac{12}{2} = 224\ mm$



-Analysis:

Vu (at distance d from the face of support)

Vu = 47.8 – 18.73×0. 349 = 41.7 Kn

✓ **Design of Shear for Flight:-**

Assume bar diameter ø 12 for main reinforcement

d=224mm

Ø×V_c =0.75 $\frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = 0.75 * \ \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 224 = 137.2\text{Kn}$

Vu, max = 41.7 KN < 137.2 KN

So, No shear reinforcement is required

✓ **Design of Bending Moment(Mu=60.9KN.m):**

Mn = 60.9/0.9 = 67.66 KN.m

$\mathbf{K_n} = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{67.66 \times 10^6}{1000 \times 224^2} = 1.35\ Mpa$

$\mathbf{m} = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$

$\boldsymbol{\rho} = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.35}{420}}\right) = 0.0033$

As, req = ρ.b.d = 0.0033 ×1000×224 = 775.5 mm^2/m

Use Ø12@14cm with AS(prov.)=8.1mm^2> AS(req.)=775.5 mm^2

2) Design of Slab (2) :

qu = 18.73 + Support reaction of flight

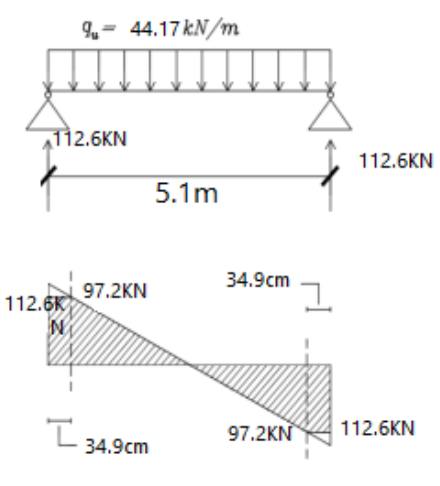
= 18.73 + 25.44 = 44.17 kN

Vu = 112.6 – 44.17×0.349 = 97.2 kN

Mu=$\frac{44.17 * 5.1^2}{8}$ = 143.61 Kn.m

Vu, max = 97.2 kn < = 137.2 kn

So, No shear reinforcement is required



✓ **Design of Bending Moment(Mu=143.61KN.m):**

Mn = 143.61/0.9 = 159.6 KN.m

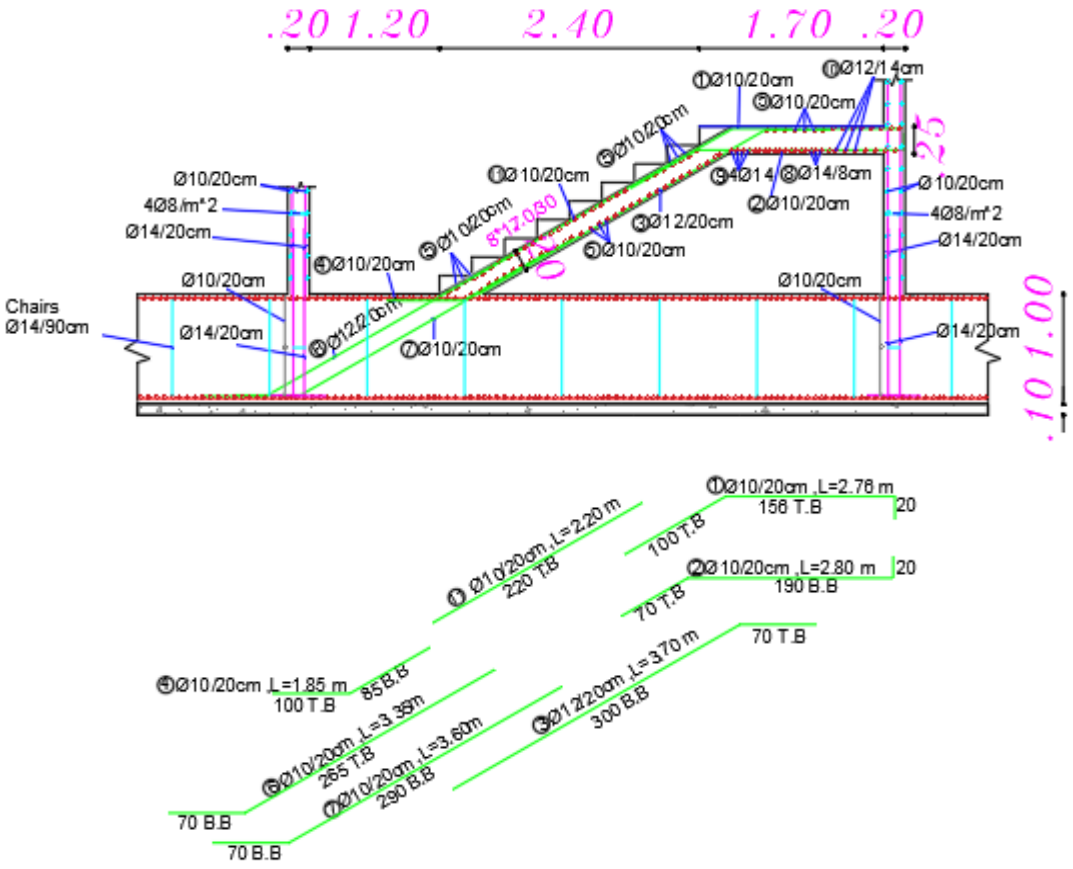
$$\mathbf{K_n} = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{159.6 \times 10^6}{1000 \times 224^2} = 3.18 \text{ Mpa}$$

$$\mathbf{m} = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6 \text{Mpa}$$

$$\boldsymbol{\rho} = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 3.18}{420}}\right) = 0.0083$$

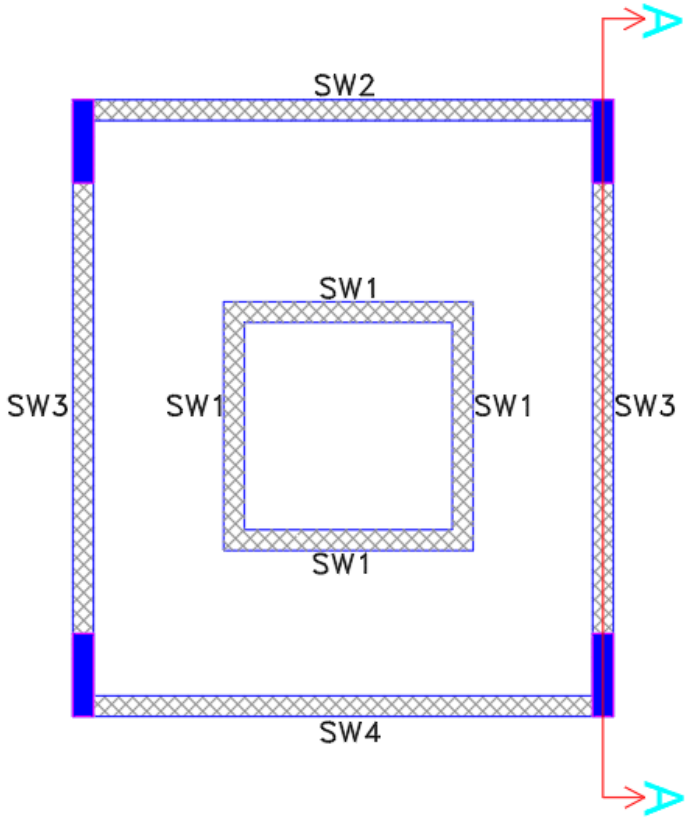
$\mathbf{As,\ req}$ = ρ.b.d = 0.0083 ×1000×224 = 1859.2 mm^2/m

Use Ø14@8cm with AS(prov.)=1925mm^2> AS(req.)=1859.2 mm^2



Reinforcement of Section (A-A) in stair

4.8 Design of Shear wall :



Plan of shear wall

solution:

Fć =24 Mpa **Fy = 420 Mpa** **h = b = 20 cm**

Lw = 5.2 m **Hw =36 m**

1) **Design of horizontal Reinforcement:**

Fx =Vu = 950 KN

Critical section of shear the smaller of:

$\frac{lw}{2} = \frac{5.2}{2}$ = 2.6 m ……. Controlled

$\frac{hw}{2} = \frac{36}{2}$ = 18 m

Story Height (HW) = 3 m

d = 0.8 *Lw = 0.8* 5.2 = 4.16 m

shear strength of concrete Vc (Vc is smallest of):

Vc = $\frac{1}{6} * \sqrt{Fć} * b * d = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 200 * 4160 = 679.33$ KN ……**(Controlled)**

Vc = $\frac{\sqrt{Fć} * b * d}{4} + \frac{Nu * d}{4 * lw} = \frac{\sqrt{24} * 200 * 4160}{4} + \frac{0 * 4160}{4 * 5200}$ = 1019 KN

Vc = $\{ \frac{\sqrt{Fć}}{2} + \frac{lw\ (\sqrt{Fć} + \frac{2NU}{Lw * h})}{\frac{mu1}{vu} - \frac{lw}{2}} \} * \frac{h * d}{10}$ (m_{u1}=4824-2.6*950 =2354 KN.m)

$= \{ \frac{\sqrt{24}}{2} + \frac{5.2(\sqrt{24} + \frac{2*0}{5200*200})}{\frac{2354}{950} - \frac{5.2}{2}} \} * \frac{200 * 4160}{10} = 17140$ KN

Ø*Vc = 0.75*679.33 =509.5 KN

Ø*Vc =509.5 KN < Vu =950 KN →**Horizontal Reinforcement is required**

Ø* Vc + Ø*Vs = Vu

Vs = Vu/Ø - Vc = 950/0.75 – 679.33 = 587.34 kN

$$\frac{\mathbf{Avh}}{\boldsymbol{s}} = \frac{\text{Vs}}{fy * d}$$

$$\frac{\mathbf{Avh}}{\boldsymbol{s}} = \frac{587.34 * 1000}{420 * 4160} = 0.34$$

$$\left(\frac{\boldsymbol{A_{vh}}}{\boldsymbol{S}}\right)_{\boldsymbol{min}} = 0.0025 * \text{h} = 0.0025 * 200 = 0.5$$

$\left(\frac{\boldsymbol{A_{vh}}}{\boldsymbol{S}}\right)_{\boldsymbol{min}} = 0.5$ is controlled

S must not be greater than:

Smax = Lw/5 = 5200/5= 1040 mm → **controlled**

= 3*h = 3*200 = 600 mm

⇒ **Select Ø 12**

Avh = 2 * π/4 * 12^2 = 226 mm^2

Avh /s = 0.5

Sreq = Avh/0.5 = 226/0.5 = 452 mm

select S= 200 mm < Smax = 1040mm **(Ok**) ***S*elect Ø 10**

Avh = 2 * π/4 * 10^2 =157 mm^2

Avh /s = 0.5

Sreq = Avh/0.5 = 157/0.5 = 314 mm

select S= 200 mm < Smax = 1040mm (**Ok**)

Select Ø 10 /20 at each side

2) Design of uniform distributed vertical reinforcement:

Avv/s =p_v *h p_h= Avh/(S horizontal*h)

p_v = 0.0025 + 0.5 (2.5 – hw/Lw) *(p_h) -0.0025) ≥ 0.0025

=(0.0025 +0.5 (2.5 – 36/5.2) * (2*79 /(200*200) – 0.0025)

=-0.0039<0.0025

Select p_v=0.0025

Avv/s=200*0.0025=0.5

Select Ø14, 2 layers

Avv = 2*154 =308 mm^2

308/S = 0.5

S req = 616 mm

select S = 20 mm

Smax = Lw/5 = 5200/5= 1040 mm

= 3*h = 3*200 =600 mm

= 600 mm **controlled**

S = 200 mm < 600 mm → **Ok**

Select Ø 14 /20 at each side

3) Design of Bending Moment:

Mu = 4824 kN.m

Mu = Muv + Mu boundary

Asv = 2*79 * 5200/200 = 4108 mm^2

$$\frac{z}{Lw} = \frac{1}{2 + \frac{0.85 * \beta * fc' * Lw * h}{Asv * fy}} = \frac{1}{2 + \frac{0.85 * 0.85 * 24 * 5200 * 200}{4108 * 420}} = 0.08$$

Muv = 0.9 (0.5*Asv*fy*Lw*(1- $\frac{z}{2Lw}$)

= 0.9 * (0.5 *4108*420*5200*(1-0.08/2) = 3875.8 KN.m< Mu =4824 KN.m

Mub = Mu – Muv = 4824-3875.8 = 948.2 KN.m

X ≥ (Lw /(600 *Δu/hw)) = 5200/(600*0.007) = 1238.1mm

LB ≥ X/2 = 1238.1 /2 = 619.05 mm

≥ x-0.1*Lw = 1238.1 - 0.1*5200 = 718.1 mm

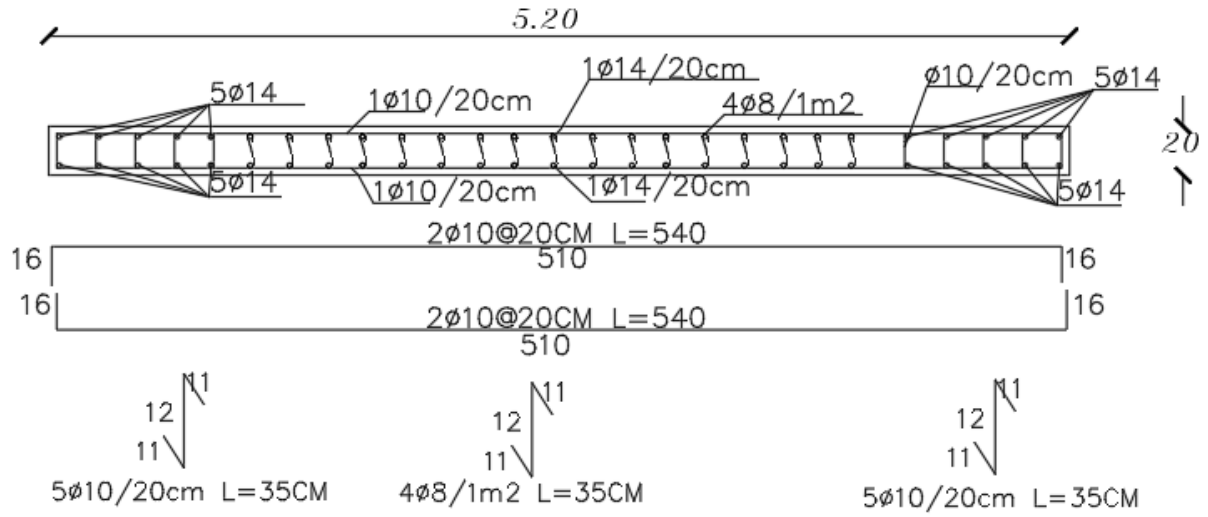
Select LB=80cm

$$\mathbf{A_{SB}} = \frac{\mathbf{Mub/\emptyset}}{\mathbf{fy*(Lw-LB)}}$$

$$= \frac{948.2*10\text{^}6/0.9}{420*(5200-800)}$$

= 675.8 mm^2

Select 5 Ø14 additional reinforcement at boundary with As=770 mm^2

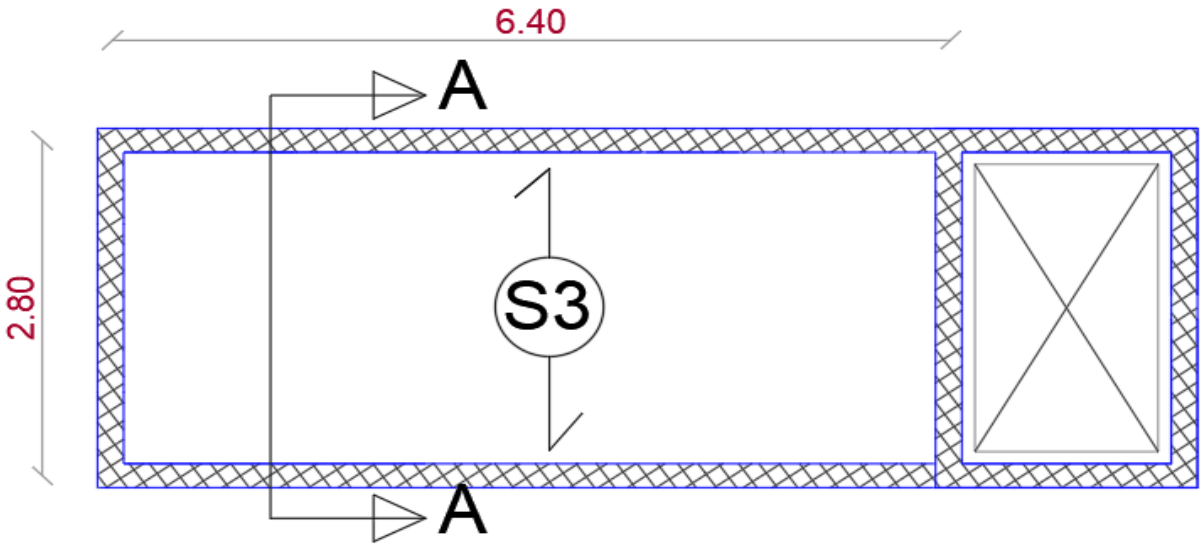


section A-A of shear wall

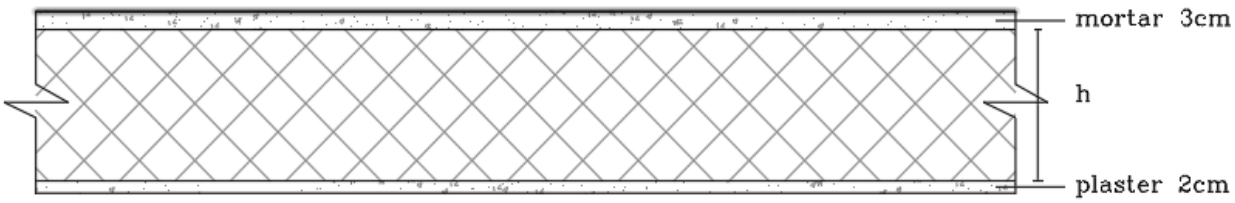
4.9 Design of one-way solid slab of stairwell (Slab 3):

$f\acute{c}$ = 24 Mpa **fy = 420 Mpa** **C = 20mm** **Ø = 12mm**

$\gamma_{plaster}$ = 22 kN/m³ **Live load = 2kN/m²** **γ_{mortar} = 22 kN/m³**



Plan of slab stairwell



section A-A

Solution:

1) Classification of slab one way or two-way solid slab:

From top view of the slab

SO $\frac{Ly}{lx} = \frac{6.40}{2.8} =$ 2.28> 2 one-way solid slab

Limitation of Deflection:

Minimum (h) = 2.8/20 = 0.14 m → Select h = 15 cm #

Loads:

a) Dead loads for 1m strip:

Slab = 25*0.15*1 = 3.75 kN/m

Mortar = 0.02*22*1 = 0.44 kN/m

Plaster = 0.02*22*1 = 0.44 kN/m

Dead loads = Sum of all above loads =4.63 kN/m #

b) Live load for 1m strip:

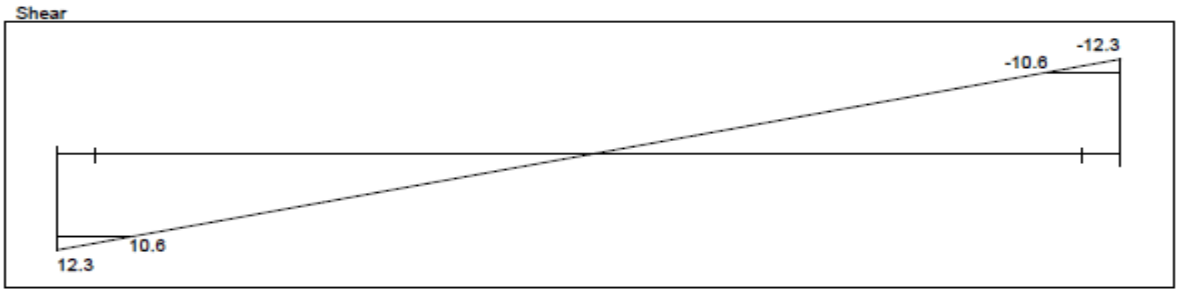
Live Load = 2 *1 = 2 KN/m

Factored load (q_u):

q_u = 1.2*4.63+ 1.6*2 = 8.756 kN/m

Shear Force envelope:

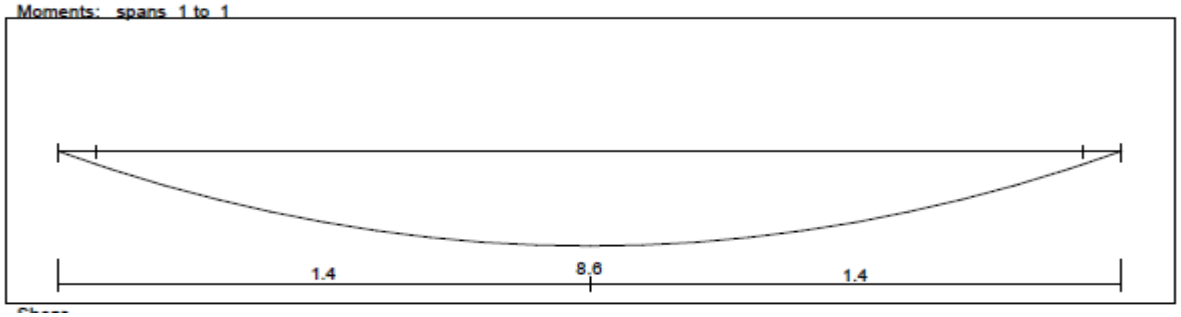
drawn values only at the critical section of shear force at a distance (d) from the face of support



Shear envelope of solid slab

Bending Moment Envelope:

design section at the face of middle support



Bending Moment envelope of solid slab

2) Design of Shear Force:

d = 150 -20 – 12/2 = 124 mm

Maximum Vu from shear envelope diagram = 10.6 kN

Ø *VC =0.75 *$\frac{1}{6} * \sqrt{fć}$ *bw*d

= 0.75 *$\frac{1}{6} * \sqrt{24}$ *1000*124 =75.9 KN > Max Vu = 10.6 KN

So, No shear reinforcement is required #

3) Design of Bending Moment

Design of Negative moment at support (B) MU= 8.6 KN.m

Kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2} = \frac{8.6*10^6/\ 0.9}{1000*124^2} = 0.62$MPa

m = Fy / (0.85* fć) = 420 * (0.85*24) = 20.6 MPa

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*Kn*m}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.62*20.6}{420}}\right) = 0.0015$

Asreq = ρ × b× d = 0.0015× 1000×124 = 186 mm²

As(min) = 0.0018 * 1000 * 150 = 270 mm²

Asreq = 186 mm² < As(min) = 270 mm²

Selsect As(min) = 270 mm²

Select Ø 10 /20 With AS=395 mm²

For shrinkage and temperature :

As(min) = 0.0018 * 1000 * 150 = 270 mm²

Select Ø 10 /20 With AS=395 mm²

4) For top reinforcement:

In Both Direction → **Select Ø 10 /20 With AS=395 mm²**

Check Strain:

T = C

As * Fy = 0.85 * Fc' * a * b

395*420=0.85*24*a*1000

a= 8.13 mm.

Since, fć = 24 MPa < 28 MPa → β = 0.85

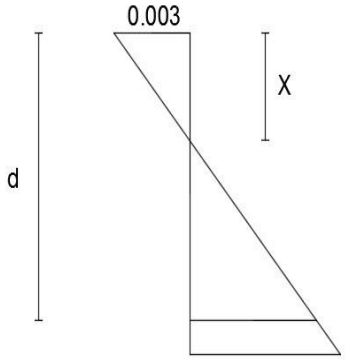
So, X = a / β = 8.13/ 0.85 = 9.6 mm

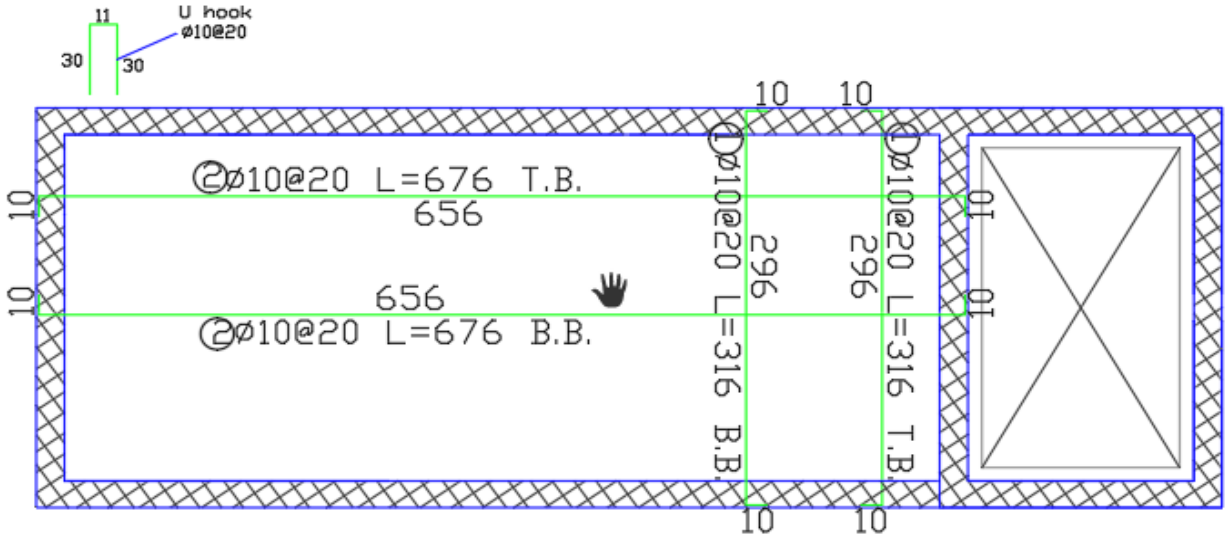
From Strain Diagram:

$$\frac{0.003}{9.6} = \frac{0.003 + \varepsilon s}{124}$$

ε_s=0.036 > 0.005

So, **Ø = 0.9 → (OK)**





Reinforcement of solid slab

Chapter 5

Outcomes and Recommendations

- **5.1 Introduction**
- **5.2 Outcomes**
- **5. 3 Recommendations**
- **5. 4 Reference**

5.1 Introduction

In this project, architectural plans were obtained that lack a lot of things. After studying all the requirements, architectural plans and comprehensive structural plans for the college proposed to be built in the city of Hebron were prepared.

Some construction plans were prepared in a detailed, accurate and clear manner to facilitate the construction process. This report provides an explanation of all the architectural and structural design steps of the building

5.2 Outcomes

- Every student in the work team will be able to design the structural elements manually so that they have sufficient experience and knowledge in using computerized design programs.

- Among the factors that we must take are the natural factors surrounding the building such as wind, rain, snow, the nature of the site and the impact of natural forces on it, such as earthquakes.

- Through what we have done from the design of the building, we must take a comprehensive view of the building to link the various structural elements and then divide these elements to design them individually and know how to design taking into account the surrounding circumstances.

- In this project, the one-way ribbed system was used and two-way ribbed slab in the building, drops beams were used due to the nature and shape of the building. Solid Slab has also been used in the staircase slabs and cars' parking because they are more effective than nerve nodes in carrying concentrated loads.
– The computer programmers that used are:

A – Microsoft office programs
B – AutoCAD program
C – Atir program

5. 3 Recommendations

This project worked to clarify and expand our understanding of the nature of construction projects, including the details, designs, architectural and construction analyzes.
From this experience we want to present a set of important recommendations:

- To obtain comprehensive information about the nature of the site, its soil and its durability, through an examination and a report specific to that region.

- The architectural design should be chosen and then all architectural and Construction plans are coordinated and prepared.

- At this stage, the appropriate structural system must be chosen in the construction process, such as a structural system or a system of load-bearing walls of reinforced concrete and stone faces.

- A complete agreement and coordination must be found between the civil engineer and the architectural designer. The structural engineer must design the structural elements according to the plans. He must design a structural system that is resistant to vertical loads and horizontal forces caused by wind and earthquake loads.

- The electrical and mechanical design of the project must be completed before starting in a worksite to make any possible modifications to the project from a structural point.

5. 4 Reference

1 – ACI – 318 16 ‘’ American Code ‘’
2 - Jordan Code
3 – Reinforced concrete I, II ‘’ DR. Nasser Abboshi’’ & Dr. Maher Amro
4- Wikipedi