جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

دائرة الهندسة المدنية

مشروع تخرج

التصميم الإنشائي لفندق سياحي

فريق العمل:

دانة الوحوش شذا صبارنة محمد درعاوي

اشراف:

د. هيثم عياد

الخليل–فلسطين

2021

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

دائرة الهندسة المدنية

مشروع تخرج

التصميم الإنشائي لفندق سياحي

فريق العمل:

دانة الوحوش شذا صبارنة محمد درعاوي

اشراف:

د. هيثم عياد

الخليل–فلسطين

2021

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل_فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

اسم المشروع: التصميم الإنشائي لفندق سياحي

أسماء الطلبة :

دانة الوحوش شذا صبارنة محمد درعاوي

بناء على نظام كلية الهندسة وإشراف ومتابعة المشرف المباشر على المشروع وموافقة أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية، وذلك للوفاء بمتطلبات درجة البكالوريوس في الهندسة المدنية فرع هندسة المباني .

توقيع المشرف

_____

توقيع رئيس الدائرة

_____

الإهـــــــــــــــــداء

بـدأنا بـأكثر مـن يـد وعانينـا الكثيـر مـن الصـعوبات، وهـانحن اليـوم والحمـد الله نطـوي سـهر الليـالي وتعـب الأيـام وخلاصـة مشـوارنا بـين دفتـي هـذا العمـل المتواضـع.إلى منـارة العلـم الإمـام المصـطفى إلـى الأمـي الـذي علـم المتعلمـين إلـى سـيد الخلـق إلـى رسـولنا الكـريم سـيدنا محمـد ـ صـلى الله عليـه وسـلم ـ.إلى الينبـوع الـذي لا يمـل العطـاء إلـى مـن حاكـت سـعادتي بخيـوط منسـوجة مـن قلبهـا إلـى والـدتي العزيزة.إلـى مـن سـعى وشـقي لأنعـم بالراحـة والهنـاء الـذي لـم يبخـل بشـيء مـن أجـل دفعـي فـي طريـق النجـاح الـذي علمنـي أن أرتقـي سـلم الحيـاة بحكمـة وصـبر . إلـى والـدي العزيـز. إلـى مـن حـبهم يجـري فـي عروقـي ويلـج بـذكراهم فـؤادي ، إلـى أخـواتي وأخـواني. إلـى مـن سـرنا سـوياً ونحـن نشـق الطريـق معـاَ نحـو النجـاح والإبـداع إلـى مـن تكاتفنـا يـداً بيـد ونحـن نقطـف زهـرة تعلمنـا إلـى زملائـي الأعزاء.إلـى مـن علمونـا حروفـا مـن ذهـب وكلمـات مـن درر وعبـارات مـن أسـمى وأجلـى عبـارات فـي العلـم إلـى مـن صـاغوا لنـا علمهـم حروفـا ومـن فكـرهم منـارة تنيـر لنـا سـيرة العلـم والنجـاح إلـى أسـاتذتنا الكـرام، وإلـى الـدكتور القـدير هيـثم عياد.إلى كل من ساهم في إنجاز هذا العمل المتواضع.إلى كل هؤلاء نهدي هذا البحث.

الشكر والتقدير

كُل الشكر لَجِامعتنا العزيزة جامعة بوليتكنك فلسطين، ونخص بالذكر كلية الهندسة، وإلى الذين كرسوا وقتهم وجهدهم لمساعدتنا طاقم دائرة الهندسة المدنية كلٌ بمكانه، وخالص الشكر لمشرفنا الدكتور هيثم عياد الذي أعطانا من وقته الكثير، ولم يبخل علينا بتقديم العلم لنا، وكان دائم التواصل معنا يقدم لنا المشورة والنصيحة والكلمة الطيبة.

والشكر للدكتور غسان دويك الذي ساعدنا في الحصول على المخططات المعمارية.

ملخص المشروع

يهدف المشروع إلى عمل تصميم لجميع العناصر الإنشائية التي يحتويها المشروع، من العقدات وجسور وأعمدة وأساسات والجدران وغيرها من العناصر الإنشائية المختلفة. تصميم إنشائي لفندق في مدينة الخليل، وهو عبارة عن فندق مقترح بناؤه على أرض في منطقة الخليل.

صُمم هذا المشروع بحيث يشمل تصميم كافة التفاصيل و العناصر الإنشائية اللازمة والمستخدمة في هذا المبنى، و مشتملاً على كافة االخدمات والمرافق بناءاً على دراسة وتحليل من فريق العمل، بحيث تم دراسة موقع المشروع، ودراسة المخططات المعمارية، وفي المراحل الأولى من التصميم الإنشائي تم توزيع الأعمدة، ومن ثم وضع الجسور، وتحديد البلاطات الخرسانية ذات الأعصاب بإتجاه واحد و إتجاهين والبلاطات المصمتة ، وتحديد الأحمال الواقعة على المبنى، ومن ثم استخدام عدد من البرامج.

بعد إتمام التصميم وتحليل المشروع يتوصل المشروع للحصول على أكبر قدر ممكن من الجدران الخرسانية المسلحة، بحيث تكون موزعة بشكل منتظم أو شبه منتظم في كافة أنحاء المبنى؛ ليتم استخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزالزل وغيرها من القوى الأفقية.

والله ولي التوفيق

Abstract

The project aims to make a design for all the structural elements that the project contains, such as slabs, beams, columns, foundations, walls, and other various structural elements. Structural design for a hotel in the city of Hebron, which is a proposed hotel to be built on land in the Hebron region.

The design of this project so that it includes the design of all the details and structural elements, and then laying the beams, determining the concrete slabs with nerves in one and two directions and solid slabs, determining the loads on the building, and then using a number of programs

After completing the design and project analysis, the project reaches the largest possible number of reinforced concrete walls, so that they are distributed regularly or semi-regularly throughout the building; To be used later in resisting earthquake loads and other horizontal forces.

فهرس المحتويات

ا لإهـــــــداء ii

الشكر والتقدير iii

ملخص المشروع iv

Abstract..... v

فهرس الأشكال..... 1

فهرس الجداول..... 2

List of ABBREVIATIONS..... 3

1. المقدمـة 5

1.1نبذة عامة: 6

1.2 وصف عام للمشروع 6

1.3أسباب اختيار المشروع..... 7

1.4 أهداف المشروع 8

1.5مشكلة البحث(المشروع) 9

1.6منهجية البحث(المشروع) 9

1.7نطاق المشروع..... 10

1.8المخطط الزمني للمشروع 11

2. الوصف المعماري 12

2.1مقدمة 13

2.2لمحة عن المشروع 14

2.3أهمية الموقع..... 14

2.4حركة الشمس والرياح..... 15

2.5وصف المساقط الأفقية 15

2.5.1طابق التسوية (موقف سيارات): 16

2.5.2الطابق الأرضي: 17
2.5.3الطابق الأول: 18
2.5.4الطوابق من الثاني حتى الطابق السابع: 19
2.5.5الطابق الأخير: 20
2.6 وصف الواجهات 21
2.6.1الواجهة الغربية: 22
2.6.2الواجهة الشرقية: 23
2.6.3الواجهة الجنوبية: 23
2.6.4الواجهة الشمالية: 24
2.7 وصف الحركة 25
3. الوصف الإنشائي 27
3.1مقدمة 28
3.2الهدف من التصميم الانشائي 28
3.3مراحل التصميم الانشائي 29
3.4الأحمال 29
3.4.1الأحمال الميتة: - 29
3.4.2الأحمال الحية: - 30
3.4.3الأحمال البيئية: - 30
3.5الاختبارات العملية 31
3.6 العناصر الإنشائية 32
3.6.1العقدات: 32
3.6.2الجسور: 34
3.6.3الأدراج: 36
3.6.4الأساسات: 36

3.6.5الجدران الحاملة (جدران القص): 37
3.6.6الأعمدة: 38
3.6.7فواصل التمدد (Expansions Joints): 39
3.7 برامج الحاسوب التي تم استخدامها 39
4Structural Analysis and Design. 41
4.1 Introduction 43
4.2: Design method and requirements 44
4.2.1 Strength design method 44
4.2.2 Factored loads 44
4.3Slab Thickness 45
4.4Design of Topping 46
4.5Design of One-Way Rib Slab 49
4.6 Design of Beam 58
4.7 Design of Columnl 67
4.8 Design of Shear Wall 70
4.9. Design of Basement Wall 74
4.10 Design of Basement Wall Footing(Strip Footing) 77
4.11. Design of Isolated Footing 80
4.12. Design of Stair 86
5 . النتائج والتوصيات..... 93
5.1النتائج: 94
5.2التوصيات: 94
5.3المصادر والمراجع: 94

فهرس الأشكال

الشكل(2-1) صورة تبين قطعة الأرض وموقع الشمس واتجاه الريح 15

الشكل(2-2) مخطط طابق التسوية 16

الشكل (2-3) مخطط الطابق الارضي 17

الشكل(2-4) مخطط الطابق الأول 18

الشكل (2-5) مخطط الطوابق {الثاني، الثالث، الرابع، الخامس، السادس، السابع}.....19

الشكل(2-5) مخطط الطوابق الثاني، الثالث، الرابع، الخامس، السادس، السابع.....20

الشكل(2-6) مخطط الطابق الاخير 21

الشكل(2-7) الواجهة الغربية.....22

الشكل(2-8) الواجهة الشرقية 23

الشكل(2-10) الواجهة الجنوبية 24

الشكل(2-9) الواجهة الشمالية.....24

الشكل (2-10) مقطع A–A 25

الشكل (2-10) مقطع B–B 26

الشكل (3-1): توضيح لبعض العناصر الإنشائية للمبنى. 32

الشكل (3-2): عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد 33

الشكل (3-3): العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد. 34

الشكل (3-5): الجسور مسحورة. 35

الشكل (3-6): أشكال الجسور المدلاة والمسحورة.....35

الشكل(3-7): الدرج.....36

الشكل (3-8): الأساسات.....37

الشكل(3-9): جدران القص.....38

الشكل (3-10): أحد أشكال الأعمدة.....38

Fig 4.1: Topping Load. 46

50..... Fig 4-2: Typical Section in Ribbed slab

52..... Figure(4.3) : Moment Diagram For Simply Supported Rib

58.....Fig (4.4): Beam 18

59.....Fig(4.5): loadings of Beam 18.

59.....Figu(4.6): Moment & Shear Diagram for Beam 18

فهرس الجداول

جدول (3.1): الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع.....29

جدول (3-2): قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر 31

45.....Table (4.1): Check of Minimum Thickness of Structural Member

51..... Table (4.3): Dead Load Calculation of (Rib 1)

List of ABBREVIATIONS:

- L = live loads
- DL = dead loads
- Ac = area of concrete section resisting shear transfer.
- As = area of non-prestressed tension reinforcement.
- A_s' = area of non-prestressed compression reinforcement.
- Ag = gross area of the section
- Av = area of shear reinforcement within a distance (S).
- b = width of compression face of the member.
- bw = web width or diameter of circular section.
- C_c = compression resultant of concrete section.
- C_s= compression resultant of compression steel.
- At = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within an (S).
- d = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- Ec = modulus of elasticity of concrete.
- f_c' = compression strength of concrete.
- fy = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- h = overall thickness of the member.
- Ln = length of clear span in the long direction of two-way construction measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to face of a beam or other supports in other cases.

- Lw = length of thewall.
- M = bending moment.
- Mu = factored moment at section.
- Pn=nominal axial load.
- Pu=factored axial load.
- 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.
- Wc = weight of concrete.
- W = width of beam or rib.
- Wu = factored load per unit area.
- Φ = strength reduction factor.
- ε_c = compression strain of concrete = 0.003.
- ε_s = strain of tension steel.
- $\acute{\varepsilon}_s$ = strain of compression steel.
- ρ = ratio of steel area.

1

الفصل الأول

المـــقدمـــــة

1-1 نبذة عامة.

1-2 وصف عام عن المشروع.

1-3 أسباب اختيار المشروع.

1-4 أهداف المشروع.

1-5 مشكلة البحث (المشروع).

1-6 منهجية البحث(المشروع).

1-7 نطاق المشروع.

1-8 المخطط الزمني للمشروع.

1.1 نبذة عامة:

تعود بدايات تصميم المساكن الى لجوء الانسان للبحث عن مسكن، فقد التجأ إلى الكهوف و التجاويف الصخرية المحيطة به، وبسبب التغيرات البيئية و محاولته لتطوير أساليب الحياة والتكيف مع البيئة؛ فقد التجأ إلى تطوير المساكن ، ففي البداية لجأ إلى الأخشاب، الحجارة، والطين، وصولا الى استخدامه الحديد، والاسمنت المستخدم حاليا في البناء.

ومن هنا تعرف الهندسة بأنها: علم يستخدم المبادئ العلمية لتحقيق احتياجات الإنسان، ويتم تطبيقها لتصميم و تنفيذ المنشآت، الهياكل، الآلآت، الأنظمة، والعناصر الاخرى لتحقيق هدف معين.

و حيث أن مشروعنا يتمحور حول الفنادق نقدم إليكم نبذة مختصرة عن الفنادق

الفندق يعتبر مسكن مؤقت يوفر سبل الراحة والرفاهية.تعد الفنادق من المحاور المهمة في العملية السياحية في جميع دول العالم المتحضرة، فلا يمكن قيام أي نشاط سياحي من دون وجود شبكة قوية من الفنادق والمنتجعات السياحية بما فيها من المكونات الأساسية للسياحة. و تختلف الفنادق من حيث درجاتها و التي تعتمد على مدى توفر درجة الخدمة، السياحة،والترفيه من فندق عادي الى فندق سبع نجوم.و تشمل الفنادق على مساكن صغيرة، مطاعم،مواقف سيارات،مراكز للتسوق،نوادي رياضية و صحية،قاعات مؤتمارات و ملاعب.....الخ.

1.2 وصف عام للمشروع

المباني الفندقية: هي عبارة عن بناء متعدد الطوابق تحتوي على عدد من الغرف في كل طابق، وقد تختلف هذه الغرف عن بعضها البعض من حيث الحجم او المواصفات وأيضا الأسعار، وقد تكون جميعها ذات نفس المواصفات والحجم.

المبنى الفندقي المقترح إنشاؤه مكون من طابق التسوية، والطابق الأرضي، و ثماني طوابق، وتختلف هذه الطوابق عن بعضها البعض من حيث الاستخدام فمثلا يستخدم طابق التسوية موقفا للسيارات، والطوابق الأرضي مخصصةً للمحلات التجارية وقاعة الاستقبال وبعض الخدمات المناسبة (مطاعم ،قاعة اجتماع.....إلخ)، وأما الطوابق الأخرى فتحتوي على

غرف وحمامات مناسبة لنزلاء الفندق.في هذا المبنى تم مراعاة إنشاء عدد مناسب من الأدراج والمصاعد الكهربائية، والمبنى في مجمله مكون من طابق تسوية وتسع طوابق بمساحة إجمالية تتراوح ما بين(١٥٠٠-٢٠٠٠) متر مربع تحتوي على الكثير من الخدمات والفعاليات المطلوبة.

1.3 أسباب اختيار المشروع

لقد تم اختيار المشروع للأسباب التالية:

1. اكتساب المهارة والقدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة، وذلك بالقيام بتصميم مبنى يحتوي على جميع العناصر الإنشائية من جسور وأعمدة وعقدات وحوائط ... الخ.
2. معرفة كافة التفاصيل الإنشائية للمبنى والحلول الممكنة له.
3. ازدياد الاهتمام في السنوات الأخيرة بالسياحة والسفر وبالتالي توجب انشاء الفنادق السياحية. ومن الأمور التي دفعتنا إلى هذا البحث هو تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا في جامعة بوليتكنك فلسطين، لاستيفاء شروط التخرج والحصول على درجة البكالوريوس في الهندسة المدنية لتخصص هندسة المباني.
4. كذلك تم اختيار هذا المشروع لطبيعته؛ وذلك لأن مدينة الخليل بحاجة لبناء فنادق للسياح القادمين لمدينة الخليل. تجميع المعلومات الانشائية التي تم تعلمها في هذا التخصص وتطبيقها في هذا المشروع.

1.4 أهداف المشروع

يمكن حصر الأهداف في المشروع الى قسمين:

- **أهداف معمارية**

الناحية الجمالية والمعمارية للمبنى هي العلامة الأولى للفت الانتباه المواطنين والزوار، فالطابع المعماري الجميل يدل على تطور الذوق المعماري، ولا يقتصر هذا الذوق على المظهر الخارجي فقط، وإنما ينعكس أيضا على الفراغات الداخلية من حيث التقسيم الداخلي للمنشأة بشكل مدروس ومنتظم، مما يؤدي إلى سهولة الحركة والاستعمال للمستخدم بالإضافة إلى ذلك التمتع بالنواحي الجمالية التي يضيفها المهندس المعماري على المبنى من الداخل.

- **أهداف إنشائية**

1. توفير التصميم الإنشائي المتكامل لمختلف العناصر الموجودة في المبنى، بحيث يتم القيام بتجهيز مختلف المخططات الإنشائية لجميع أنواع العناصر الإنشائية.
2. العمل على توظيف كافة المعلومات التي تم اكتسابها خلال الحياة الدراسة من خلال المساقات المختلفة من اجل الوصول إلى مشروع متكامل.
3. التعرف على نماذج وطرق إنشائية جديدة لم يتم اكتسابها خلال الدراسة ومعرفة كيفية التعامل معها حسب الحاجة.
4. إظهار القدرة الإنشائية على التعامل مع الجانب المعماري للمبنى مع المحافظة على التصميم المعماري دون أي تغيير.

1.5 مشكلة البحث(المشروع)

تم الإطلاع على مشاريع سابقة، وهي التصميم الإنشائي لفندق في مدينة حلحول، والتي تتمحور مشكلة البحث في التحليل وتحديد النظام الإنشائي و التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة لفندق في مدينة حلحول ، وكذلك التصميم الإنشائي لفندق في مدينة الخليل،تتمحور المشكلة ذاتها.

في مشروعنا هذا، تتمثل مشكلة البحث في كيفية توزيع جدران القص، وقدرتها على تحمل الأحمال، والزلازل في حال حدوثها، والمحافظة على ثبات المبنى .

1.6 منهجية البحث(المشروع)

تتلخص منهجية البحث في :

1. دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.
2. دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي وعامل الأمان.
3. تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.
4. تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.
5. التصميم عن طريق برامج التصميم المختلفة.

1.7 نطاق المشروع

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط،ويحتوي هذا المشروع على خمس فصول وهي :

الفصل الأول: يشمل المقدمة العامة، وأهداف المشروع، والسبب في اختيار المشروع، والمشكلة التي يتضمنها المشروع ، وكيفية التحليل والتصميم.,ويشمل الفصل الثاني: وصف هذا الفصل المخططات المعمارية، وأهمية الموقع، وحركة الشمس والرياح، وعدد الطوابق، والاستخدامات وغيرها. والفصل الثالث: وصف هذا الفصل المخططات الإنشائية، والهدف من المشروع، والتصميم وتحديد الأحمال والاختبارات العلمية، والعناصر المكونة للمشروع وغيرها.والفصل الرابع: يشمل التحليل والتصميم الإنشائي لبعض العناصر الإنشائية، والحسابات للبلاطات والجسور.والفصل الخامس: قدم عدد من التوصيات والمحلقات والنتائج.

1.8 المخطط الزمني للمشروع

يبين الجدول رقم (1-1)المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع وفق الخطوات المقترحة للعمل خلال الفصل الدراسي الأول.

جدول(1.1): المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع وفق الخطوات المقترحة للعمل خلال الفصل الدراسي الأول.

عدد الاسابيع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
اختيار المشروع																
دراسة الموقع																
جمع المعلومات																
دراسة المبنى معمارياً																
دراسة المبنى إنشائياً																
توزيع الأعمدة																
التحليل الإنشائي																
التصميم الإنشائي																
اعدادات المخططات																
كتابة المشروع																
تدقيق وطباعة																
عرض المشروع																

الفصل الثاني

2

الوصف المعماري

2.1 مقدمة.

2.2 لمحة عن المشروع.

2.3 موقع المشروع.

2.4 أهمية الموقع.

2.5 وصف المساقط الأفقية.

2.6 وصف الواجهات.

2.7 وصف الحركة.

2.1 مقدمة

إن الوصف المعماري هو حاجة وضرورة للمساعدة في فهم وتحليل كافة الوظائف والفعاليات والحركات داخل المبنى حسب اختلاف نوعها والحاجة التي أنشا لأجلها. ومن أهم ميزات الفنادق توفير الراحة النفسية والأمنية وتوفير الخدمات من مأكل ومشرب وتهوية واضاءة جيدة للغرف الفندقية لدى السياح.

ولا بد ان يتوفر في الفنادق على اختلاف مستوياتها، وتصنيفاتها من حيث عدد النجوم، مواقف للسيارات وقاعات انتظار، وقد يضاف الى الفنادق خصوصا ذات التصنيف الراقية {خمسة او أربع نجوم} قاعات للمؤتمرات، وقاعات أفراح، ومطاعم، هذا بالإضافة الى الغرف والاجنحة الفندقية الهادئة والمريحة، وقد يضاف لبعض الفنادق احواض للسباحة، مراكز للياقة البدنية.

لأداء أي عمل لا بد أن يتم بمراحل عدة حتى يتم انجازه على أكمل وجه ، وكذلك لإقامة أي بناء لا بد أن يتم تصميمه من ناحيتين (الناحية المعمارية والناحية الإنشائية) ،ويبدأ ذلك بالتصميم المعماري الذي يحدد شكل المنشأ ، ويأخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة إذ يجري التوزيع الأولي لمرافقه بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة ويتم في هذه المرحلة دراسة الإنارة والعزل والتهوية والتنقل والحركة وغيرها من المتطلبات الوظيفة.

وبعد الانتهاء من مرحلة التصميم المعماري تبدأ مرحلة التصميم الإنشائي والتي تهدف إلى اختيار النظام الانشائي الذي يتلاءم مع وظيفة المبنى وينسجم مع التصميم المعماري له وكما تهدف هذه المرحلة الى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وتسليحها ، وذلك لمقاومة الأحمال المختلفة التي تتعرض لها هذه العناصر التي تقوم بدورها بنقل الأحمال إلى الأساسات التي تنقل الأحمال بشكل كامل إلى التربة.

2.2 لمحة عن المشروع

تتلخص فكرة المشروع في إنشاء فندق سياحي مقترح في مدينة الخليل يحقق الأهداف ويلبي جميع الخدمات التي توفرها الفنادق الحديثة؛ فهو يشتمل على مواقف سيارات ومجموعة من المحلات التجارية ومطعم وقاعة استقبال وغرف فندقية للسياح وغيرها من الخدمات. إذ تم الحصول على المخططات المعمارية للمشروع من قبل دائرة الهندسة المدنية والمعمارية ليتسنى عمل التصميم الإنشائي وإعداد المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية التي تشملها، والمشروع من إعداد الطالب: ليث أبو مقدم من كلية الهندسة في جامعة بوليتكنك، بإشراف الدكتور غسان دويك. ويتكون المبنى من عشرة طوابق على قطعة أرض مساحتها 3610 متر مربع، ومساحة البناء (1500–2000) متر مربع.

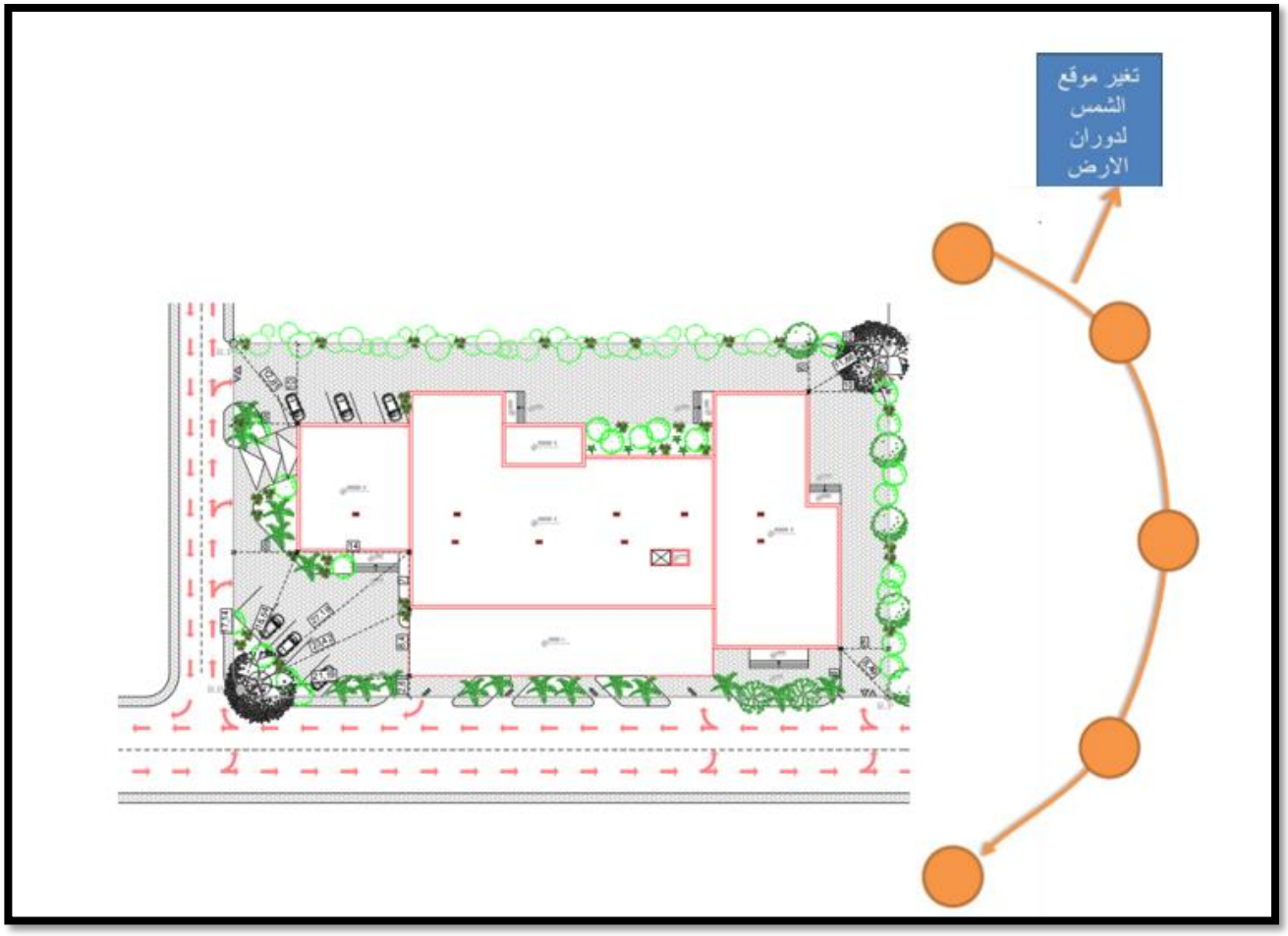
إن الوصف المعماري هو حاجة وضرورة للمساعدة في فهم وتحليل كافة الوظائف والفعاليات والحركات داخل المبنى حسب اختلاف نوعها والحاجة التي أنشا لأجلها. ومن أهم ميزات الفنادق توفير الراحة النفسية والأمنية وتوفير الخدمات من مأكل ومشرب وتهوية واضاءة جيدة للغرف الفندقية لدى السياح.

2.3أهمية الموقع

1. جغرافية الموقع: هو الجانب الذي يختص في دراسة موقع الأرض بالنسبة للنسيج العمراني بشكل عام، وتأثير الموقع على وظيفة المبنى، ودراسة المناخ وطبوغرافية الأرض.
2. شبكه المواصلات: هو الجانب الذي يتم فيه دراسة الطرق الرئيسية والفرعية المؤدية للموقع.
3. الغطاء النباتي: هو الجانب الذي يتحدث عن طبيعة الأرض من حيث احتوائها على الغطاء النباتي من أشجار ونباتات.
4. أنماط المباني المحيطة: طبيعة المباني المحيطة بقطعة الأرض ونوعها، تجارية، صناعية، سكنية، أم خدماتية ...الخ. وكيفية تأثير هذه المباني على قطعه الأرض وتأثيرها على المبنى المراد إنشاؤه، ونوعية مواد البناء المستخدمة في المباني المحيطة وارتفاعاتها إن وجدت.

2.4 حركة الشمس والرياح

تعتبر حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فيجب مراعاة تأثير الشمس والرياح على المبنى ليتسنى تقسيمه الى فراغات تتناسب وتوجيهه المناخي بحيث يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية والإضاءة الطبيعية.



شكل(2-1) صورة تبين قطعة الأرض وموقع الشمس واتجاه الريح

2.5 وصف المساقط الأفقية

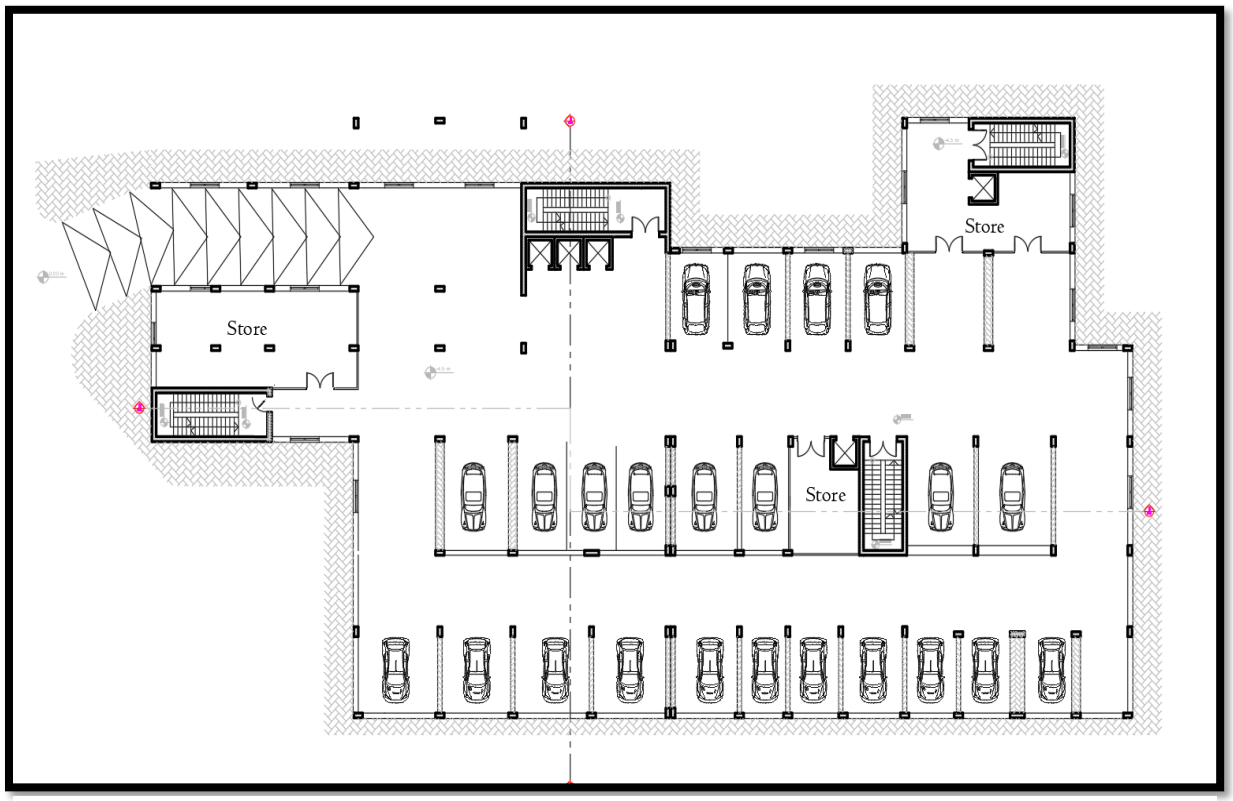
المبنى في تركيبته الهندسية يعتمد اعتماداً كلياً على نظام المستطيل مما ساعد على تنظيم الخدمات والترتيبات موزعة على ٢ اللازمة وتوفير اماكن للاستراحة في كل طابق. وتبلغ المساحات الطابقية لهذا المبنى 16115.8 م2 موزعة على طابق التسوية، الطابق الأرضي، الطوابق من الأول حتى الطابق السابع والطابق الاخير كالآتي:

2.5.1 طابق التسوية (موقف سيارات):

تبلغ مساحة هذا الطابق 1950متر مربع ذات منسوب 4.5 متر تحت سطح الأرض. الداخل لهذا الطابق لا يجد صعوبة في قراءته فالتوزيع الذي يتضمنه يشتمل على طرق سهلة الحركة لتسيير حركة السيارات داخله.

الفعاليات:

- موقف للسيارات: يحتوي على 24 موقف للسيارات بحيث يسهل الدخول والخروج منها ويكون المدخل والمخرج من الجهة الشمالية ويتم الوصول اليه من الشارع الرئيسي من الجهة الغربية.
- غرفة مولد كهرباء: يوجد في هذا الطابق غرفة لمولد الكهرباء ذات مساحة 36.7م.
- مخازن: يحتوي هذا الطابق على مخزن بنفس منسوب الطابق بحيث يسهل الوصول اليه من بيت الدرج حيث تحتوي المخازن على أدوات وآلات معينة للمبنى بمساحة 83.88 متر مربع.



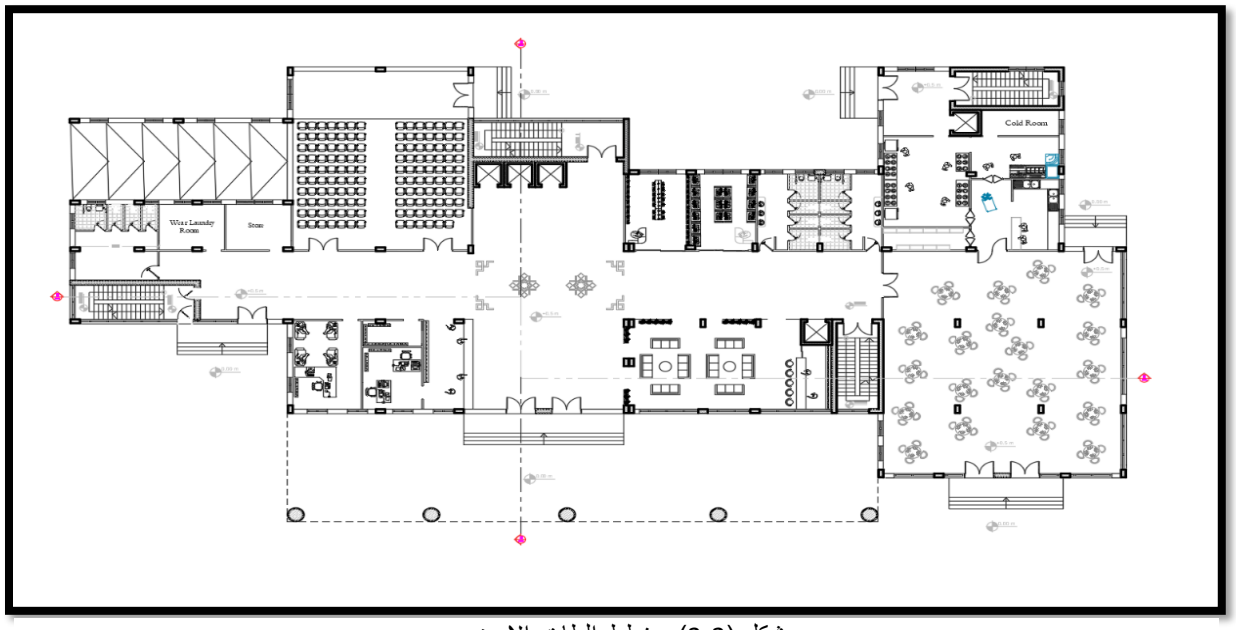
شكل(2-2) مخطط طابق التسوية

2.5.2 الطابق الأرضي:

يتم الوصول إلى هذا الطابق عن طريق الأدرج ومصاعد الكهرباء من طابق التسوية ومن المدخل الرئيسي للفندق بمنسوب 0.5 متر عن الشارع.

تبلغ مساحة هذا الطابق 1857.33متر مربع ذات منسوب0.5م عن سطح الأرض، ويمتاز كسابقه بسهولة الحركة بين فراغاته المختلفة، فضلاً عن الملائمة بين وظائف الفراغات الموجودة في هذا الطابق والموزعة بشكل يضمن سهولة الحركة بين هذه الفراغات والتي تشمل الآتي:

- محلات تجارية: يحتوي هذا الطابق على محلان تجاريان.
- مطعم: يحتوي هذا الطابق على مطعم كبير بحيث يلبي طلبات وحاجات الزبائن ويحتوي على مطبخ وقسم ادارة المطعم ويحتوي على دورات مياه.
- غرفة الغسيل: يحتوي هذا الطابق على غرفة غسيل للفندق بمساحة تبلغ 16.1متر مربع
- قسم الشؤون الإدارية: يحتوي هذا القسم على مكتب لمدير الفندق، مكتب سكرتارية والاستقبال.
- قاعة استقبال: تستخدم هذه القاعة لاستقبال الزوار والزبائن للفندق بحيث تمتاز بمساحة كبيرة وتسهل الحركة والتنقل فيها.
- قاعة مسرح: قاعة مسرح كبيرة بمساحة تبلغ 157.1 متر مربع.

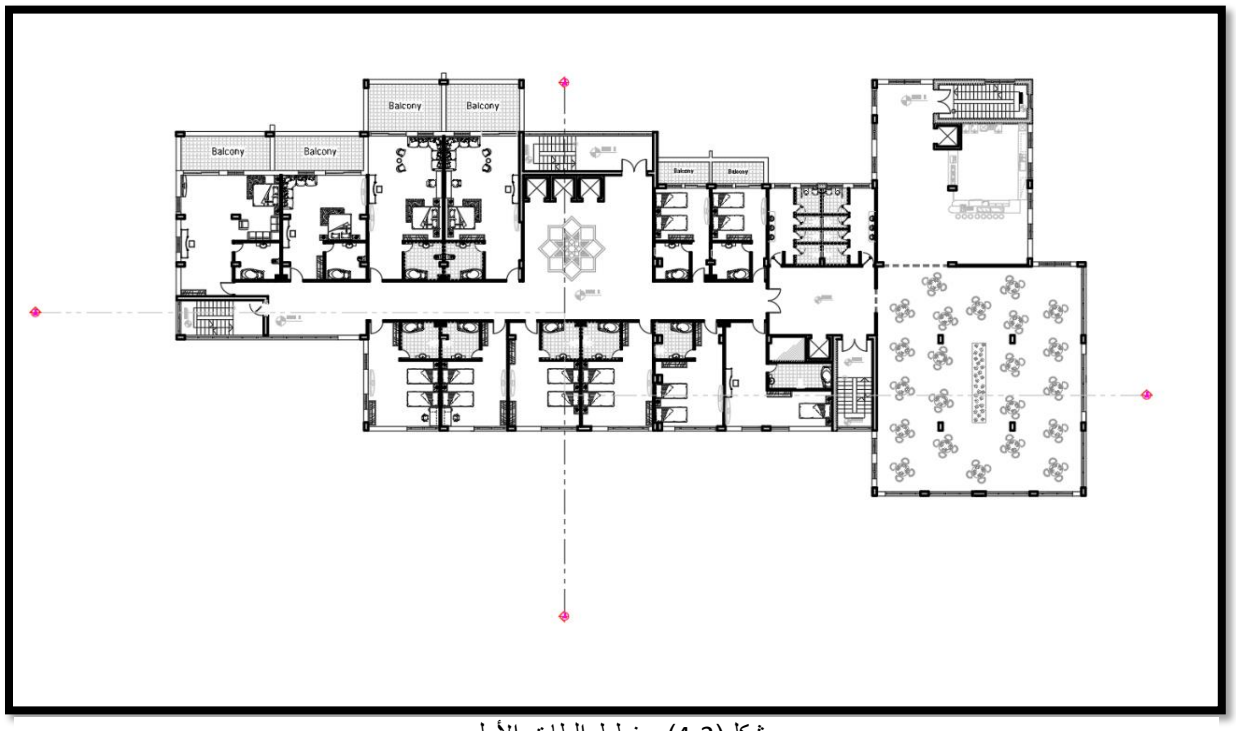


شكل (2-3) مخطط الطابق الارضي

2.5.3 الطابق الأول:

تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطابق 1554.51 متر مربع يقع هذا الطابق على منسوب 5.5 متر من سطح الأرض، ويمتاز كسابقه بسهولة الحركة بين فراغاته المختلفة، فضلاً عن الملائمة بين وظائف الفراغات الموجودة في هذا الطابق والموزعة بشكل يضمن سهولة الحركة بين هذه الفراغات والتي تشمل الآتي:

- غرف فندقية: يحتوي الطابق على قسمان من الغرف الفندقية بحيث يتكون القسم الأول {قسم السويت} من 4 غرف متساوية المساحة تقريبا 61.88 متر مربع والقسم الثاني يحتوي على 8 غرف متساوية المساحة بمقدار 43.1 متر مربع.
- مطعم: يحتوي هذا الطابق على مطعم كبير مخصص للمقيمين في الفندق بحيث يلبي طلباتهم واحتياجاتهم ويحتوي على مطبخ ودورات مياه.

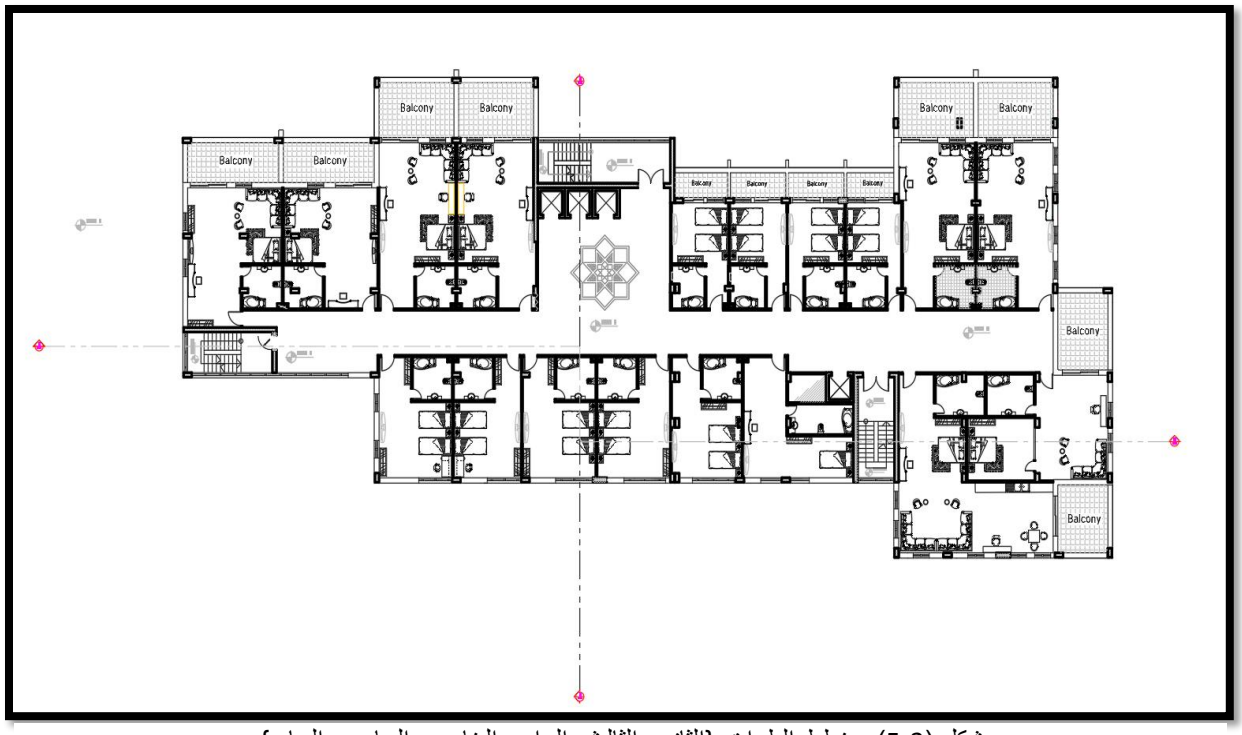


شكل(2-4) مخطط الطابق الأول

2.5.4 الطوابق من الثاني حتى الطابق السابع:

تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطوابق 1970 متر مربع ويبلغ ارتفاع كل طابق من هذه الطوابق 3م وبمنسوب كلي 23.5م عن سطح الأرض، ويمتازوا كسابقه بسهولة الحركة بين فراغاته المختلفة، فضلاً عن الملائمة بين وظائف الفراغات الموجودة في هذه الطوابق والموزعة بشكل يضمن سهولة الحركة بين هذه الفراغات والتي تشمل الآتي:

- غرف فندقية: تحتوي هذه الطوابق على قسمان من الغرف الفندقية بحيث يتكون القسم الأول {قسم السويت} من 8 غرف متساوية المساحة تقريبا 61.88 متر مربع والقسم الثاني يحتوي على 10 غرف متساوية المساحة بمقدار 43.1 متر مربع.

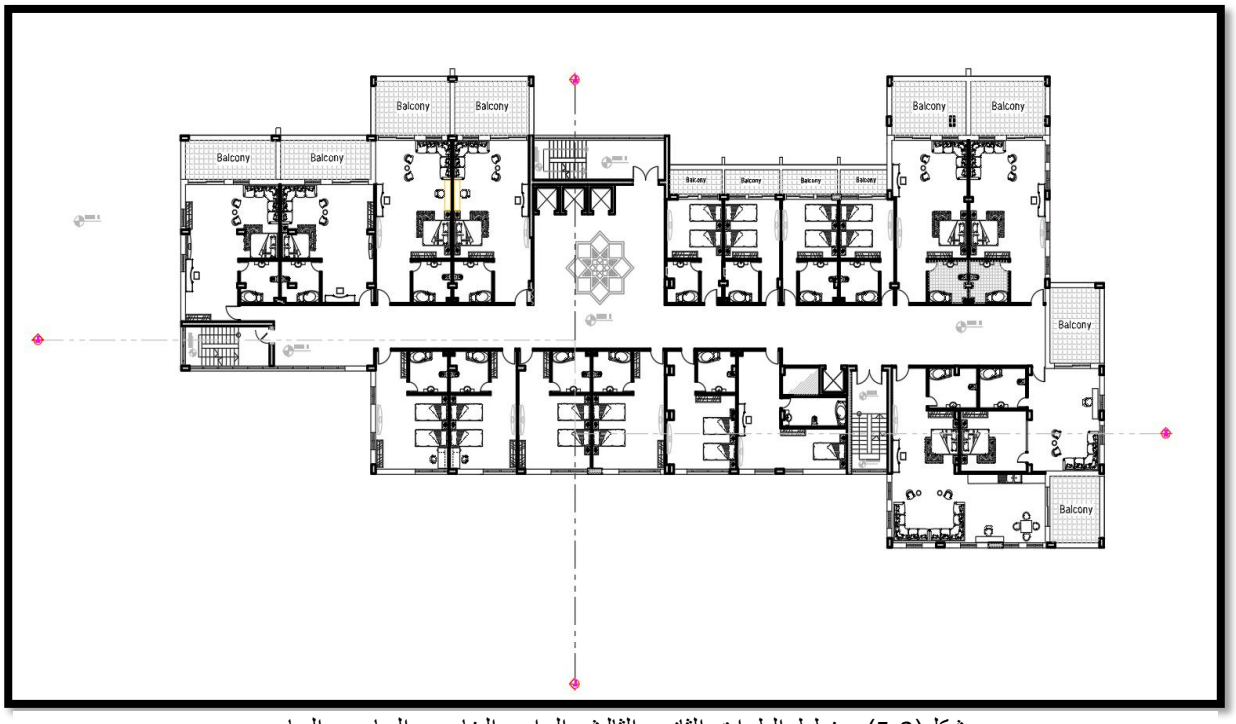


شكل (2-5) مخطط الطوابق {الثاني، الثالث، الرابع، الخامس، السادس، السابع}

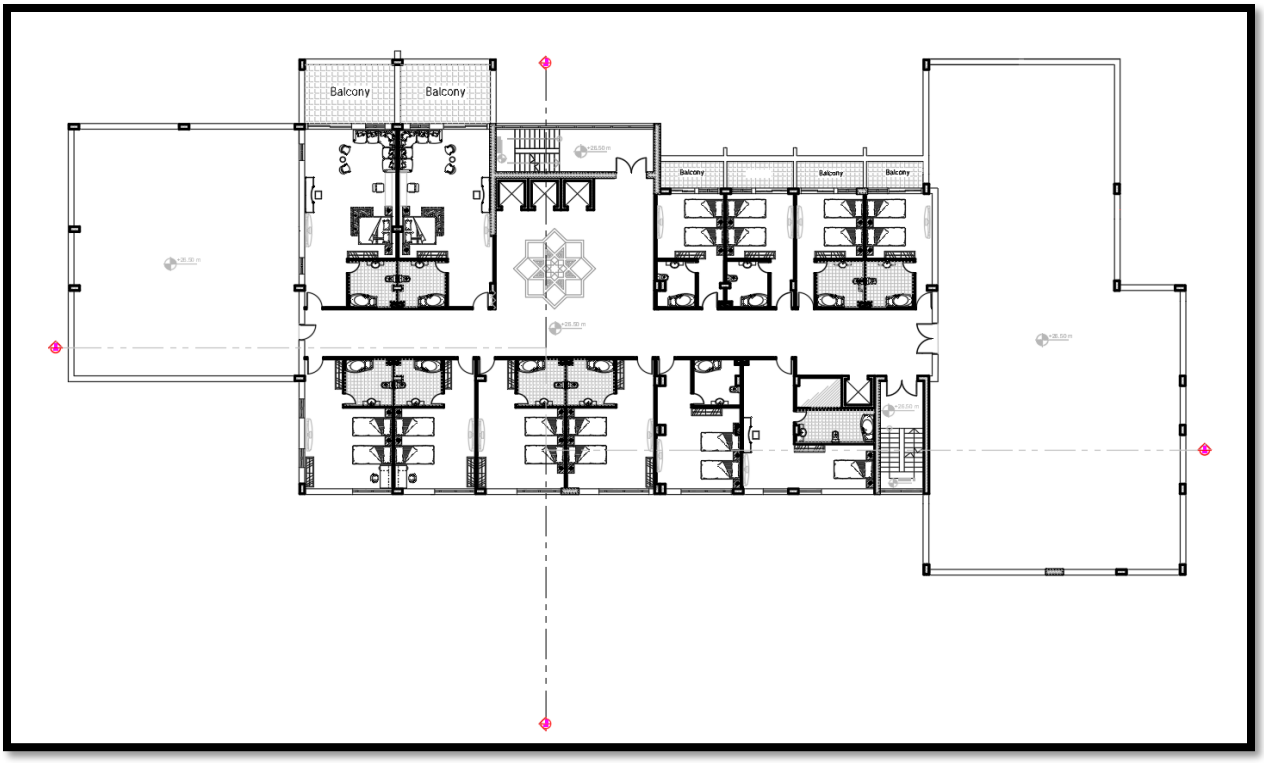
2.5.5 الطابق الأخير:

تبلغ المساحة المقترحة لهذا الطوابق 903.96 متر مربع 23.5م ويقع على منسوب 26.5م عن سطح الأرض، ويمتاز كسابقه بسهولة الحركة بين فراغاته المختلفة، فضلاً عن الملائمة بين وظائف الفراغات الموجودة في هذا الطابق والموزعة بشكل يضمن سهولة الحركة بين هذه الفراغات والتي تشمل الآتي:

- غرف فندقية: يحتوي الطابق على قسمان من الغرف الفندقية بحيث يتكون القسم الأول {قسم السويت} من غرفتان متساويتان في المساحة تقريبا 61.88 متر مربع والقسم الثاني يحتوي على 10 غرف متساوية المساحة بمقدار 43.1 متر مربع.



شكل(2-5) مخطط الطوابق الثاني، الثالث، الرابع، الخامس، السادس، السابع

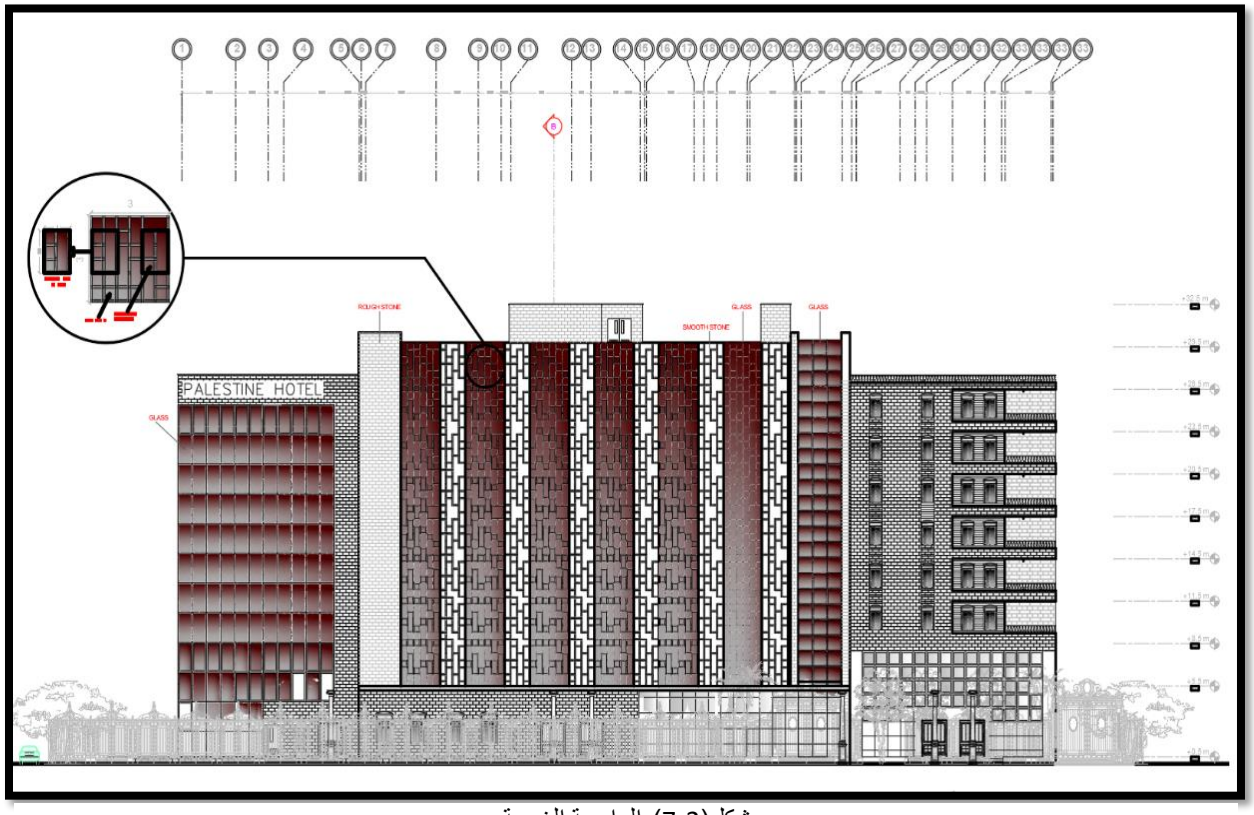


شكل(2-6) مخطط الطابق الاخير

2.62.1 وصف الواجهات

لا شك في ان الواجهات المنبثقة من اي تصميم تعطي الانطباع الأولي عن المبنى، ومدى علاقته مع البيئة المحيطة به وأنها تظهر اختلافات الوظيفة التي تؤديها الفراغات والتي تعكسها الواجهة، وهذا يتأتى من خلال نظام الفتحات التي تظهر في الواجهة والتي لا بد ان تتناسب مع وظيفة هذا الفراغ او من خلال المناسيب وتفاوتها.

2.6.1 الواجهة الغربية:

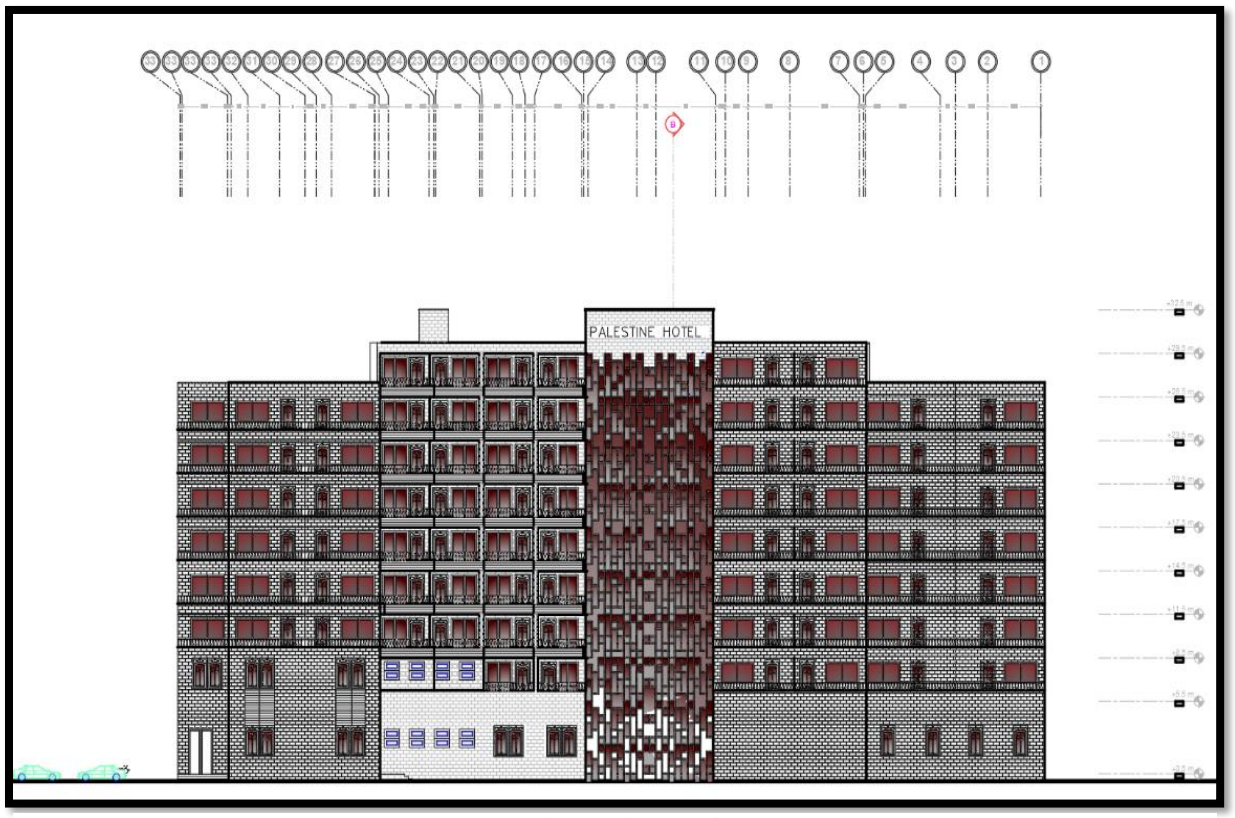


شكل(2-7) الواجهة الغربية

تعد هذه الواجهة هي الواجهة الرئيسية وفيها يظهر المدخل الرئيسي للمبنى. والناظر لهذه الواجهة يرى تعدد أنظمة التداخلات وهذا بدوره يعكس اختلاف الوظيفة التي تحويها فراغات المبنى. وفي هذا المشروع يظهر من خلال التصميم المعماري للواجهات وجود التداخل في الكتل الأفقية والرأسية، كما يلاحظ استخدام عدة انواع من الحجر لتمييز موقع الفتحات من جهة وقطع الملل من جهة أخرى.. ومما يزيد في حداثة المبنى استخدام الكتل الزجاجية المكونة من الزجاج والألمنيوم حيث أضفى على هذه الواجهة جمالاً من جهة ومن جهة أخرى فإن مثل هذه الفتحات تسهم في توفير إضاءة طبيعية لهذا الجانب من المبنى.

2.6.2 الواجهة الشرقية:

يلاحظ الناظر لهذه الواجهة البروزات والتراجعات في كتل المبنى وتناقص واضح في الطوابق العليا، والذي يعطي المبنى المنظر الجمالي الرائع فضلاً عن تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة واستخدام عدة انواع من الحجر لتمييز موقع الفتحات.



شكل(2-8) الواجهة الشرقية

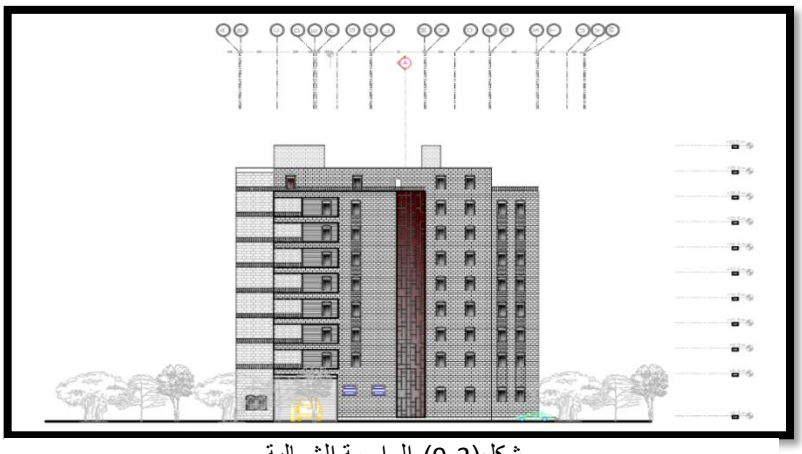
2.6.3 الواجهة الجنوبية:

يلاحظ الناظر لهذه الواجهة البروزات والتراجعات في كتل المبنى وتناقص واضح في الطوابق العليا، والذي يعطي المبنى المنظر الجمالي الرائع فضلاً عن تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة واستخدام عدة انواع من الحجر لتمييز موقع الفتحات

شكل(2-10) الواجهة الجنوبية

2.6.4 الواجهة الشمالية:

لاحظ الناظر لهذه الواجهة الطريق المؤدي الى موقف السيارات، كما التراجعات والبروزات والتناقص الواضح في الارتفاع في الطوابق العليا، والذي يعطي المبنى المنظر الجمالي الرائع فضلاً عن تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة واستخدام عدة انواع من الحجر لتمييز موقع الفتحات.



شكل(2-9) الواجهة الشمالية

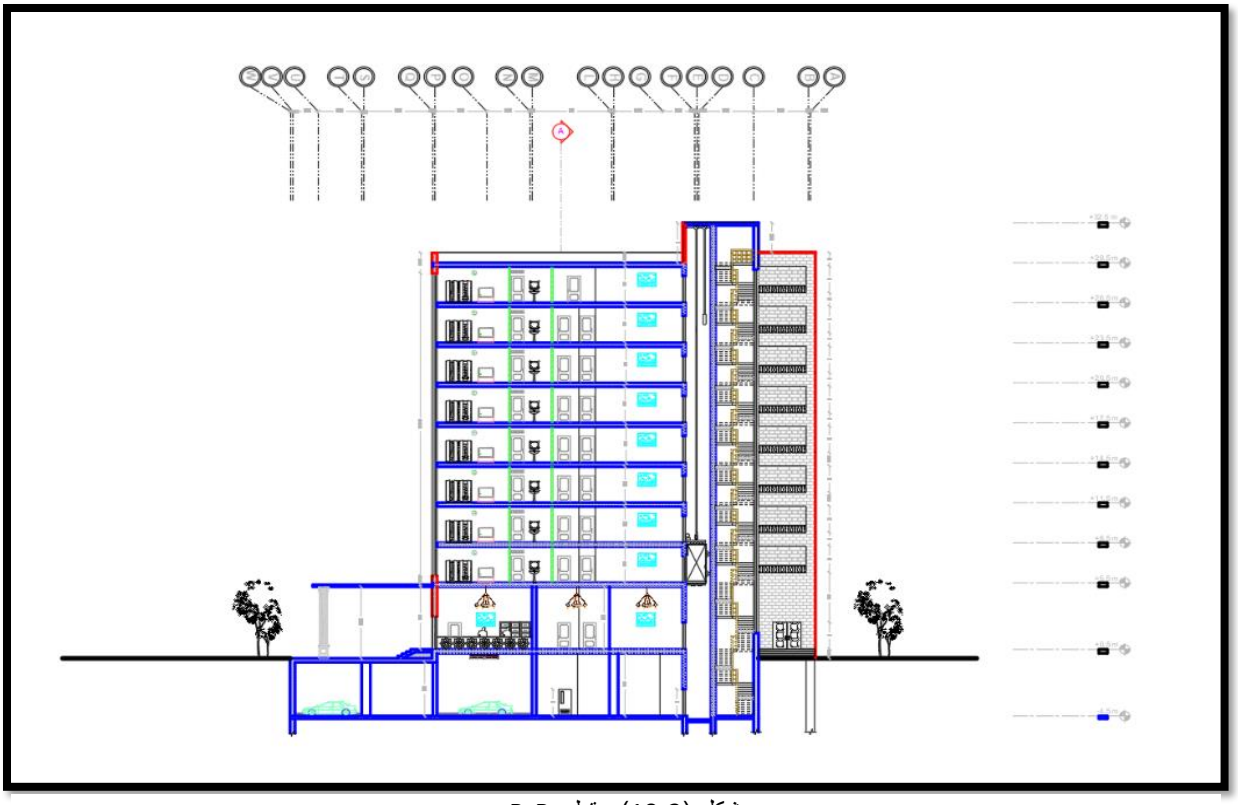
2.72.2 وصف الحركة

تأخذ الحركة أشكالاً عدة سواءً من خارج المبنى باتجاه الداخل، أو الحركة داخل الفندق نفسه؛ فالحركة من خارج الفندق إلى داخلها تتم بشكل سلس نظرا لعدم وجود فرق كبير في المنسوب الخارجي للمبنى ومنسوبه الداخلي. إذ يمكن الدخول للمبنى من عدة أماكن وهذا بدوره يتيح حرية الدخول والخروج من وإلى المبنى. ويوجد مدخل خاص للمحلات التجارية مفصول عن المبنى. أما بالنسبة للحركة داخل المبنى فتقسم إلى حركة أفقية وداخل الطابق الواحد وحركة رأسية ما بين الطوابق المختلفة.

فالحركة في الطابق الأرضي تأخذ شكل مساحة واسعة تؤدي الى سهولة الحركة في وظائف الفندق. وتظهر الحركة الخطية في باقي الطوابق لتتم بشكل سهل بين الفراغات المختلفة في هذه الطوابق.

وفيما يتعلق بالحركة الرأسية بين الطوابق فإنها تتم من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية حيث أنها تأخذ أماكن متعددة في المبنى وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الرأسية بينها.

شكل (2-10) مقطع A-A



شكل (2-10) مقطع B-B

الفصل الثالث

3

الوصف الإنشائي

3.1 مقدمة.

3.2 الهدف من التصميم الإنشائي.

3.3 مراحل التصميم الإنشائي.

3.4 الأحمال.

3.5 الاختبارات العملية.

3.6 العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

3.7 برامج الحاسوب التي تم استخدامها .

3.1 مقدمة

بعد دراسة المشروع من الناحية المعمارية لابد من الانتقال للجانب الإنشائي لدراسة العناصر الإنشائية، ووصفها وصفاً دقيقاً، حيث يتم دراسة طبيعة الأحمال المسلطة على المبنى وكيفية التعامل معها للخروج بتصميم إنشائي يلبي جميع متطلبات الأمان، ويراعي الجانب الاقتصادي للمشروع.

كما يتطلب التصميم الإنشائي اختيار العناصر الإنشائية المناسبة للمشروع المراد إنشاؤه ومراعاة قابلية تنفيذها على أرض الواقع، بحيث يكون المبنى آمناً، ونحافظ على التصاميم المعمارية.

3.2 الهدف من التصميم الانشائي

يهدف التصميم الإنشائي بشكل أساسي الى إنتاج منشأ متقن ومتزن من جميع النواحي الهندسية والإنشائية ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من أحمال ميتة وحية وأيضا أحمال بيئية من تأثير الزلازل والرياح والثلوج.

وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على:

1. **الأمان (Safety)**: حيث يكون المبنى آمن في جميع الأحوال ومقاوم للتغيرات الطبيعية المختلفة.
2. **التكلفة (cost)**: عن طريق مواد البناء ومقاطع مناسبة التكلفة وكافية للغرض الذي ستستخدم من أجله.
3. **حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability)**: من حيث تجنب أي هبوط زائد **(Deflection)** وتجنب التشققات **(cracks)** التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
4. الشكل والنواحي الجمالية للمنشأ .

3.3 مراحل التصميم الانشائي

قبل البدء بعملية التصميم الإنشائي، في البداية يجب أن يتم دراسة المشروع دراسة نظرية وفهم جميع جوانبه، حيث إن هذه الدراسة ضرورية لعمليات التحليل والتصميم، إذ من خلالها يتم عمل التحاليل الإنشائية وتحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر إنشائي من أجل الوصول إلى التصميم الأمن وطريقة العمل المناسبة.

3.4 الأحمال

لابد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على تحمل الأحمال الواقعة عليها دون حدوث انهيار للمنشاة ومن هذه الأحمال :الأحمال الميتة، الأحمال الحية، والأحمال البيئية.

3.4.1 الأحمال الميتة: -

هي الأحمال الناتجة عن الوزن الذاتي للعناصر الرئيسة التي يتكون منها المنشأ، بصورة دائمة وثابتة، من حيث المقدار والموقع، ويمكن حسابها من خلال تحديد أبعاد العنصر الإنشائي، وكثافات المواد المكونة له، والجدول التالي يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع.

جدول (3.1): الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع

الرقم	المادة المستخدمة	الكثافة KN/m^3
1	البلاط	23
2	الخرسانة المسلحة	25
3	الطوب	10
4	القصارة والمونة	22
5	الرمل	17

3.4.2 الأحمال الحية: -

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع حيث تتغير بحكم استعمالاتها المختلفة، او استعمالات جزء منها بما في ذلك الأحمال الموزعة والمركزة، وهي تشمل:

1. أوزان الأشخاص مستعملي المنشأة.
2. الأحمال الديناميكية، كالأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة.
3. الأحمال الساكنة، والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت لآخر، كأثاث البيوت، والأجهزة والآلات الاستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة، والأثاث، والأجهزة، والمعدات

3.4.3 الأحمال البيئية: -

هي النوع الثالث من الأحمال التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند التصميم، وهذه الأحمال تتمثل في:

1. الزلازل:

ينتج 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 حدث، 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.

2. الثلوج:

هي الأحمال التي يمكن أن يتعرض لها المنشأ بفعل تراكم الثلوج، ويمكن تقييم أحمال الثلوج اعتماداَ على الأسس التالية:

- ارتفاع المنشأة عن سطح البحر .
- ميلان السطح المعرض لتساقط الثلوج .

والجدول التالي يبين قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.

جدول (3-2): قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر

علو المنشأ عن سطح الأرض (H) بالمتر	أحمال الثلوج (KN/m^2)
H < 250	0
500 > h > 250	(h-250) /100
1500 > h > 500	(h-400) / 400
2500 > h > 1500	(h – 812.5)/ 250

3. الرياح:

عبارة عن قوى افقية تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزائها، وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط، وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن. وتحدد أحمال الرياح اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة. وتصمم جدران القص اعتماداً على ضغط الرياح بمقدار (0.4 KN/m).

3.5الاختبارات العملية

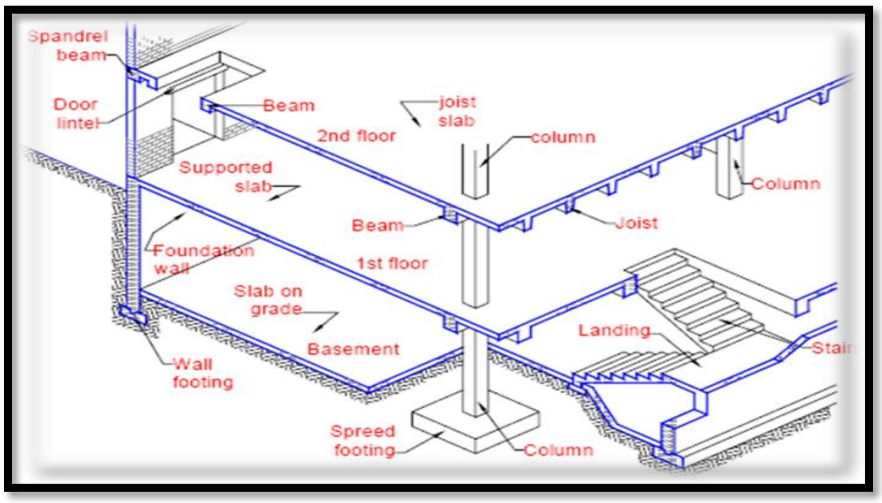
يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويقصد بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية، وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة عند البناء عليها، وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة اللازمة لتصميم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

3.62.3 العناصر الإنشائية

تتكون المباني عادةً من مجموعة عناصر إنشائية تتقاطع مع بعضها لتقاوم الأحمال الواقعة على البناء وتشمل:

- العقدات
- الجسور
- الأعمدة
- جدران القص
- الأدراج
- الأساس

والشكل التالي يبين توزيع لبعض العناصر الإنشائية للمبنى: –



الشكل (3-1): توضيح لبعض العناصر الإنشائية للمبنى.

ويحتوي العناصر الإنشائية المكونة للمبنى: –

3.6.1 العقدات:

هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والأعمدة والجدران والأدراج والأساسات، دون تعرضها إلى تشوهات.

توجد أنواع مختلفة وعديدة شائعة الاستعمال من العقدات الخرسانية المسلحة، منها ما يلي– :

- البلاطات المصمتة (Solid Slab) وتقسم إلى: –

العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab).

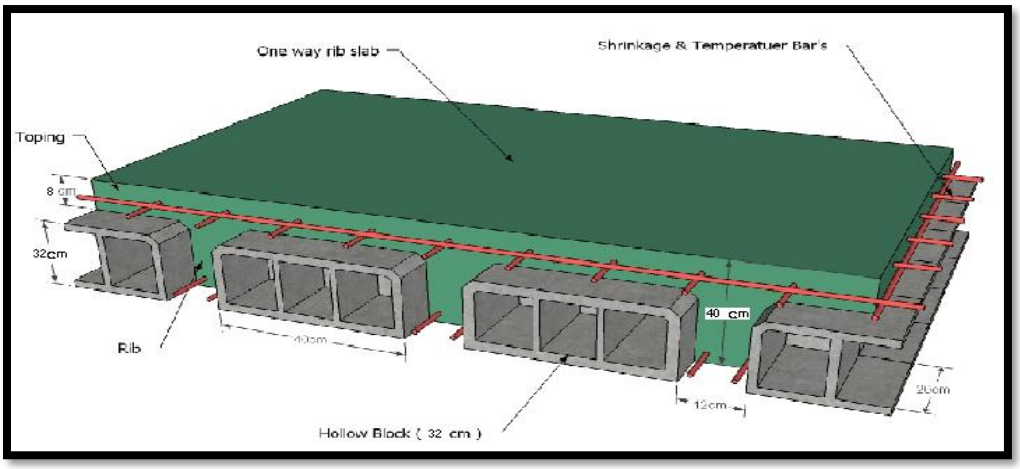
- البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى: –

عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One–way ribbed slab).

عقدات العصب ذات الاتجاهين (two–way ribbed slab).

1. عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slabs):

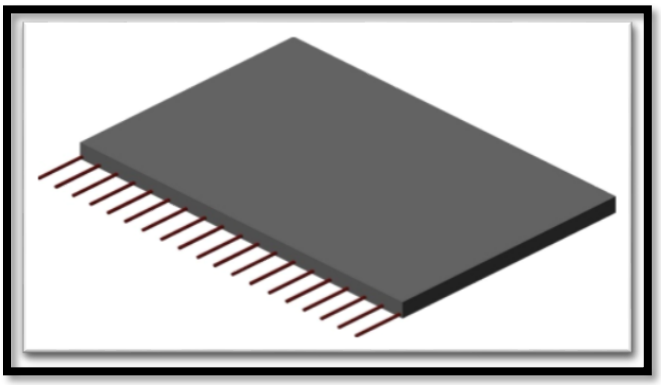
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3–2).



الشكل (3-2): عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد

2. العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slabs):

تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث اهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة وتستخدم عادة في عقدات بيت الدرج، وعقدة جزء ربع دائري في الجزء الجنوبي للبناء. كما في الشكل (3-3).



الشكل (3-3): العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد.

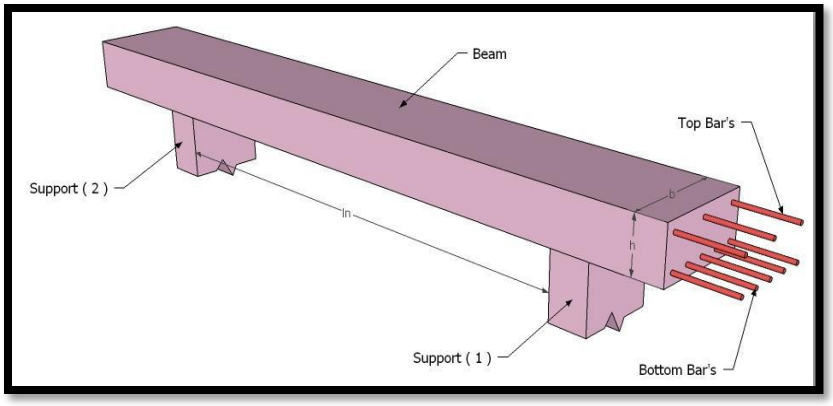
3. العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slabs):

تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات وذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين موضحه في الشكل (3-4). وقد تم استخدام هذا النوع من العقدات في المشروع.

3.6.2 الجسور:

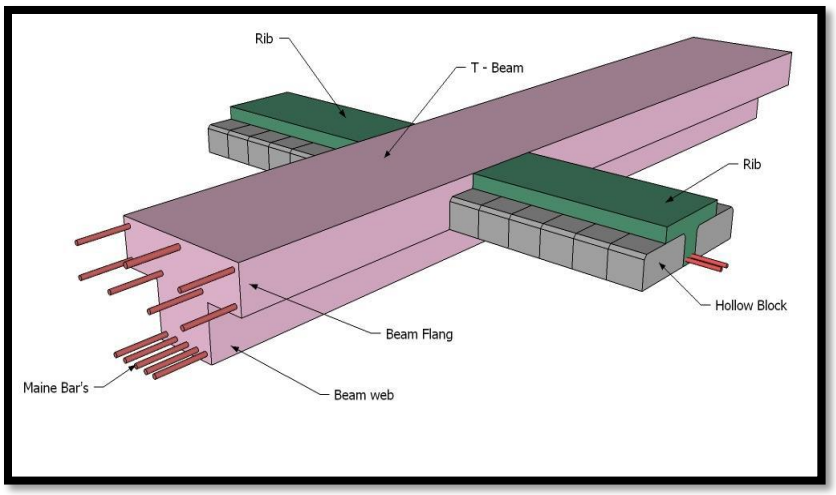
وهي عناصر إنشائية أساسية في المبنى تقوم بنقل الأحمال الواقعة على الأعصاب إلى الأعمدة، حيث تقسم الى: -

1. جسور مسحورة (Hidden Beam) : وهي التي يكون ارتفاعها مساوي لارتفاع العقدة.



الشكل (3-5): الجسور مسحورة.

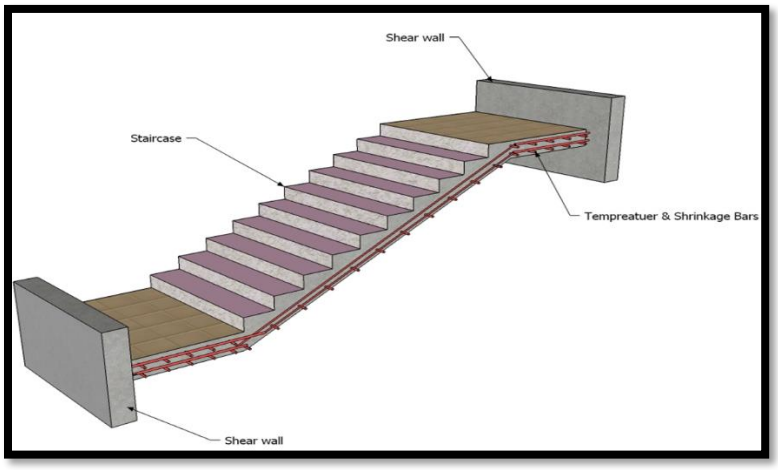
2. **جسور ساقطة (Dropped Beam):** وهي التي يكون ارتفاعها اكبر من ارتفاع العقدة، ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي أو العلوي وتسمى L–section أو T–section.



الشكل (3-6): أشكال الجسور المدلاة والمسحورة

3.6.3 الأدراج:

الأدراج عنصر معماري وإنشائي 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 وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح موزعة على أرجاء المشروع وكذلك أخذ بعين الاعتبار في التصميم الإنشائي الأحمال الناتجة عن وزن المصعد الكهربائي.كما في الشكل (3-7):



الشكل(3-7): الدرج

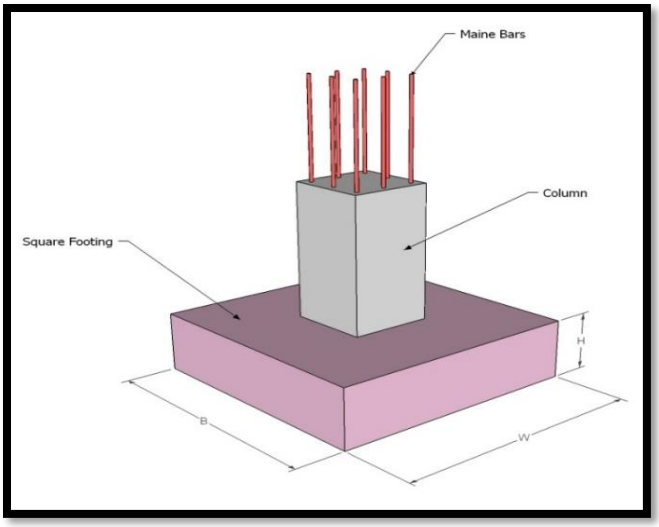
3.6.4 الأساسات:

الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة على شكل قوة ضغط، وهي على عدة أنواع كما يلي: -

1. أساسات منفصلة (Isolated Foundation).
2. أساسات مزدوجة (Combined Foundation).
3. أساسات شريطية (Strip Foundation).
4. أساسات البلاطة (Mat Foundation).

ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها، فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيراً إلى الأساسات، وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات، وبناءا على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد

نوع الأساسات المستخدمة، ومن المتوقع استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس ونظرا لما يتخذه هيكل المنشأ من شكل متدرج ليتلاءم وطبوغرافية الأرض .

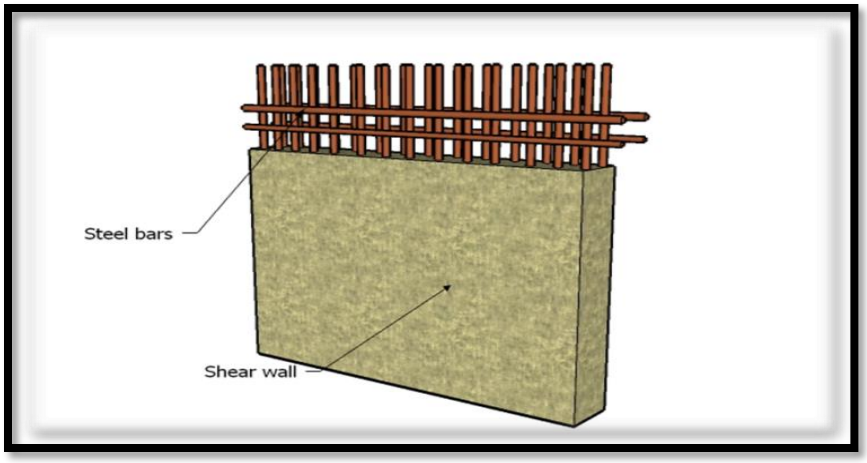


الشكل (3-8): الأساسات

3.6.5 الجدران الحاملة (جدران القص):

وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل وتسمى جدران القص (shear wall)، وهذه الجدران تسلح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية وتعمل هذه الجدران على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة إليها كما تعمل على مقاومة القوى الأفقية التي يتعرض لهذا المنشأ، ويجب توفرها في الاتجاهين مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز المقاومة الذي تشكله جدران القص في كل اتجاه ومركز الثقل للمبنى أقل ما يمكن.

وأن تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد العزوم وآثارها على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية ، وقد تم تحديد جدران القص في المبنى وتوزيعها بشكل مدروس في كامل المبنى وذلك لنتمكن من تصميمها في الفصول القادمة ، وتتمثل هذه الجدران ، بجدران بيت الدرج ، وجدران المصاعد ، والجدران الأخرى التي تبدأ من أساسات المبنى.



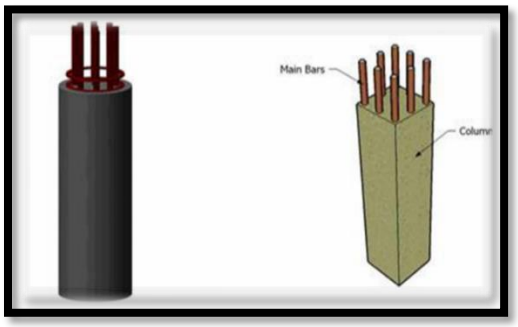
الشكل(3-9): جدران القص

3.6.6 الأعمدة:

هي عناصر إنشائية أساسية ورئيسية في المنشأ، حيث تنتقل الأحمال من العقدة إلى الجسور، وتنقلها الجسور بدورها إلى الأعمدة ثم إلى أساسات المبنى، لذلك فهي عنصر وسطي أساسي، ويجب تصميمها بحرص لتكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها والأعمدة نوعين من حيث التعامل معها في التصميم الإنشائي: –

1. الأعمدة القصيرة (short column).
2. الأعمدة الطويلة (long column).

أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فهي تقسم الى ثلاث انواع وهي: – المستطيلة والدائرية والمربعة كما هو مبين في الشكل(3−10).



الشكل (3-10): أحد أشكال الأعمدة

3.6.7 فواصل التمدد (Expansions Joints):

تنفذ في كتل المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط، وقد تكون الفواصل للغرضين معاً، وعند تحليل المنشآت لدراستها كمقاوم لأفعال الزلازل تدعى هذه الفواصل بالفواصل الزلزالية، ولهذه الفواصل بعض الاشتراطات والتوصيات الخاصة بها، وينبغي استخدام فواصل تمدد حراري في كتلة المنشأ حسب الكود المعتمد، على أن تصل هذه الفواصل إلى وجه الأساسات العلوي دون اختراقها، وتعتبر المسافات العظمى لأبعاد كتلة المبنى كما يلي: –

1. (40m) في المناطق ذات الرطوبة العالية.
2. (36m) في المناطق ذات الرطوبة العادية.
3. (32m) في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
4. (28m) في المناطق الجافة.

كما يجب ألا يقل عرض الفاصل عن (3 سم).

3.72.4 برامج الحاسوب التي تم استخدامها

1. AutoCAD for Drawings Structural and Architectural.
2. For Text Edition) Microsoft Office (2010).
3. Atir.

4

Chapter Four

Structural Analysis and Design

4.1 Introduction

4.2 Design method and requirements

4.3 Slab Thickness

4.4 Design of Topping.

4.5 Load calculations for one-way Ribbed slab.

4.6 Sample Design of one-way Ribbed slab (Rib 6).

4.7 Sample Design of Beam (Beam 12).

4.8 Design of Column (C10).

4.9 Design of Shear Wall.

4.10 Design of Basement Wall.

4.11 Design of Basement Footing.

4.12 Design of Isolated Footing (F4).

4.13 Design of Stairs.

4.1 Introduction2.5

- Reinforced concrete (RC) is a composite material in which concrete's relatively low tensile strength and ductility are counteracted by the inclusion of reinforcement having higher tensile strength and/or ductility. There are several examples of RC structures such as bridges, buildings, retaining walls, tunnels, and many others.

- Concrete is a construction material composed of cement (commonly Portland cement) as well as other cementations materials such as fly ash and slag cement, aggregate (generally a coarse aggregate such as gravel, limestone, or granite, plus a fine aggregate such as sand), water, and chemical admixtures.

- Plain concrete is made by mixing cement, fine aggregate, coarse aggregate, water, and frequent admixtures.

- Structural concrete can be classified into:

    - Lightweight concrete with unit weight from about 1350 to 1850 kg/m3
    - Normal weight concrete with unit weight from about 1800 to 2400 kg/m3.
    - Heavyweight concrete with unit weight from about 3200 to 5600 kg/m3

In This Project, one type of slabs: ribbed slabs. it would be analyzed and designed using engineering software such as atire to calculate the internal forces, deflections, and then hand calculation would be made to find the required steel for some members.

In this chapter, we will show the design procedure for several structural members of our project, so we will discuss the steps that we followed to design the Ribs, beams, slab.

This chapter presents a sample calculation related to one of the preceding members contained in this project. All structural members will be designed according to the design code (ACI- b318-19) code.

2.64.2 **Design method and requirements:**

The design strength provided by a member is calculated by the requirements and assumptions of ACI_code (318-19).

4.2.1 Strength design method:

- In the Strength design method which is formally called the ultimate strength design method, the service loads are increased by factors to obtain the load at which failure is occurring.

  This load is called factored load or factored service load. The structure or structural element is then proportioned such that the strength is reached when the factored load is acting. The computation of this strength takes into account the nonlinear stress-strain behavior of concrete.

- The strength design method is expressed by the following ,
  The strength provided ≥ strength required to carry factored loads .

- Materials: -

  1. Concrete: B300 …. $\boldsymbol{fc' = 30 * 0.8 = 24 N/mm^2 (Mpa)}$
  2. Reinforcement steel: The specified yield strength of the reinforcement

     $\boldsymbol{fy = 420 N/mm^2 (Mpa)}$

4.2.2 Factored loads:

The factored loads for members in our project are determined by:

$Wu = 1.2DL + 1.6LLACI - code - 318 - 19.$

4.3 Slab Thickness2.7

Table 1-4: - Minimum Thickness of Non-prestressed Beam or One-Way Slabs Unless Deflection calculated. (ACI 318-19).

Table (4.1): Check of Minimum Thickness of Structural Member

Minimum thickness (h)				
Member	**Simply supported**	**One end Continuous**	**Both end continuous**	**Cantilever**
solid one-way slabs	**L/20**	**L/24**	**L /28**	**L /10**
Beams or ribbed one-way slabs	**L/16**	**L/18.5**	**L /21**	**L /8**

- **For Ribs: -**

  h min for (one end continuous) =L/18.5=6110/18.5=330.272mm --control

  h min for (Both end continuous) =L/21=6890//21=328.09mm

- **For Beams:**

  h min for (one end continuous) =L/18.5=5850/18.5=316.2mm----- control

  h min for (Both end continuous) =L/21=5950/21=283.3 mm

Take h = 32cm.

24 cm block + 8 cm topping = 32cm

4.4 Design of Topping: 2.8

Statically System for Topping: -

Consider the topping as a strip of (1m) width, and span of mold length with both ends fixed in the ribs.

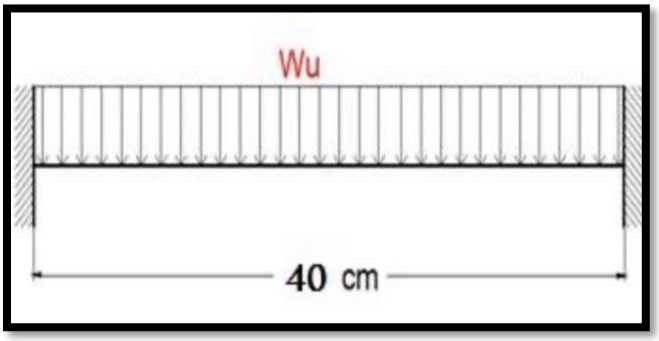


Fig 4.1: Topping Load.

Load Calculations: -

- Dead Load:

Table (4.2): Dead Load Calculation of Topping.

No.	Part of Rib	Calculation
1	Tiles	0.03*23*1 = 0.69 KN/m
2	Mortar	0.03 *22*1 = 0.66 KN/m
3	Sand	0.07 *17*1 = 1.19 KN/m
4	Topping	0.08*25*1 = 2 KN/m
5	Partition	2.30*1 = 2.30 KN/m
	Sum	= 6.84 KN/m

- Live Load: -

  LL =4KN/m2

  LL =4 KN/m2×1m=4 KN/m

- Factored Load: -

  Wu=1.2×6.84 + 1.6×4=14.608KN/m

Check the strength condition for plain concrete, øMn ≥ Mu, where ø = 0.55-for plain concrete

$Mn = 0.4\ \lambda\ \sqrt{fc'}\,Sm$

$Sm = \frac{b.h^2}{6} = \frac{1000.80^2}{6} = 1066666.67mm^3$

øM$_n$ = 0.55*0.42*1*$\sqrt{2}$ *1066666.67 $* 10^{-6}$= 1.207 KN.

$\text{Mu} = \frac{\text{WU.L}^2}{12} = \frac{14.608\ .0.04^2}{12} = 0.194\ \text{KN.m}$

øM$_n$>> M$_u$ OK

No reinforcement is required by analysis. According to ACI (318-19), provide $A_{s,min}$ for slabs as shrinkage and temperature reinforcement

ρshrinkage= 0.0018 ACI (318-19)

$A_s = \rho \times b \times h_{topping}$ =0.0018 ×1000×80 = 144 mm^2/m

Try ø8 with As =50.27 mm²

Step (s) is the smallest of:

1. 3h = 3×80 =240 mm *control ACI* (318-19) 10.5.4
2. 450mm.
3. $\boldsymbol{s = 380\left(\frac{280}{fs}\right) - 2.5\,C_c}$

$= 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}*420}\right) - 2.5 * 20 = 330\,mm$ ACI (318-19) 10.6.4

Take ø 8 @ 150 mm in both direction, S = 150 mm< Smax = 240 mm

4.5 Design of One-Way 2.9 Rib Slab

Requirements for Ribbed Slab Floor According to ACI- (318-19):

bw ≥ 10cm……..……ACI (318-19) (8.13.2)

Select bw=12 cm.

h ≤ 3.5*bw ……..…ACI (318-19) (8.13.2)

Select h=32cm<3.2 *12= 38.4 cm.

tf ≥ Ln/12≥50mm ……..…… ACI (318-19) (8.13.6.1)

Select tf=8cm.

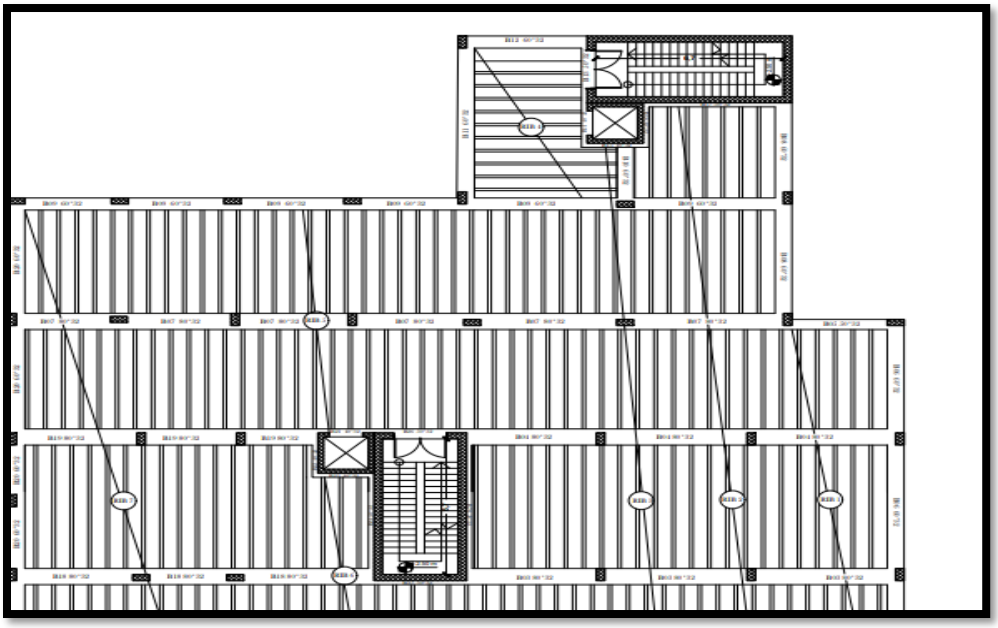
Material: -

- concrete B300 Fc' = 24 N/mm2
- Reinforcement Steel fy = 420 N/mm2

Section: -

- B = 520 mm
- Bw= 120 mm
- h= 320 mm
- t = 80 mm
- d=320-20-10-12/2= 284mm

Statically system and Dimensions:-



Load Calculation: -

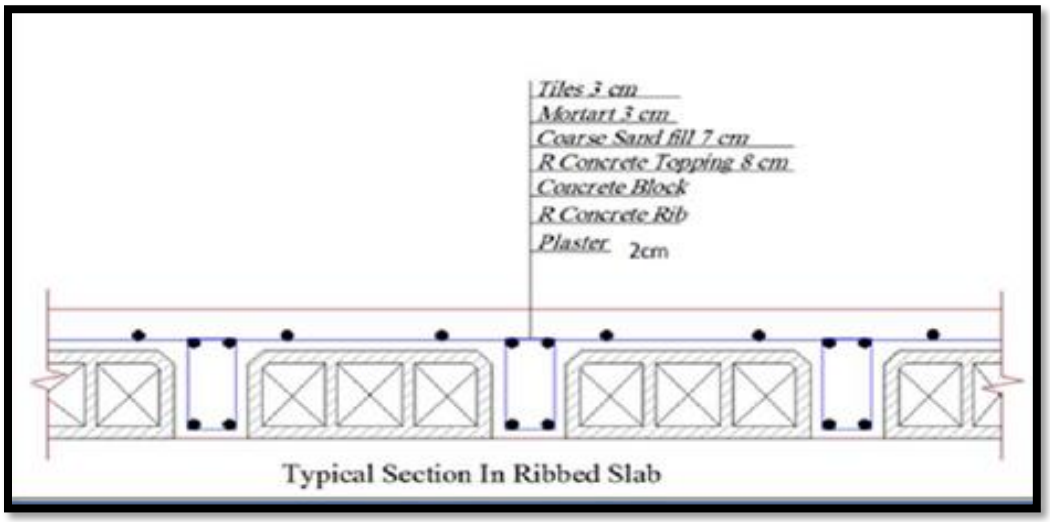


Fig 4-2: Typical Section in Ribbed slab

Dead Load:

Table (4.3): Dead Load Calculation of (Rib 1)

No.	Part of Rib	Calculation
1	Tiles	0.03*23*0.52 = 0.359 KN/m
2	Mortar	0.03*22*0.52 = 0.343 KN/m
3	Sand	0.07*17*0.52 = 0.619 KN/m
4	Topping	0.08*25*0.52 = 1.04 KN/m
5	RC-Rib	0.24*25*0.12 = 0.72 KN/m
6	Block	0.24*10*0.4 = 0.96 KN/m
7	Plaster	0.03*22*0.52 = 0.343 KN/m
8	partitons	2.3*0.52 = 1.196 KN/m
	sum	5.58 KN/m

Dead Load /rib = 5.580KN/m

Live Load: -

Live load = 4 KN/m^2.
Live load /rib = 4 KN/m^2 × 0.52m = 2.08 KN/m.

- **Effective Flange Width (b_e): ACI (318-19) (8.10.2)**

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

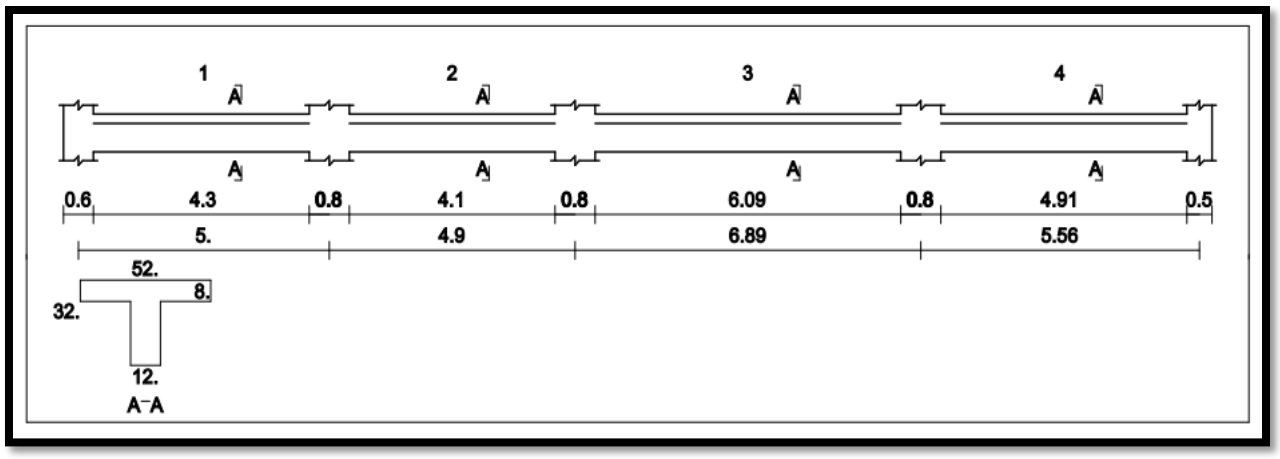
b_E = L / 4 = 2600/ 4 = 65cm.

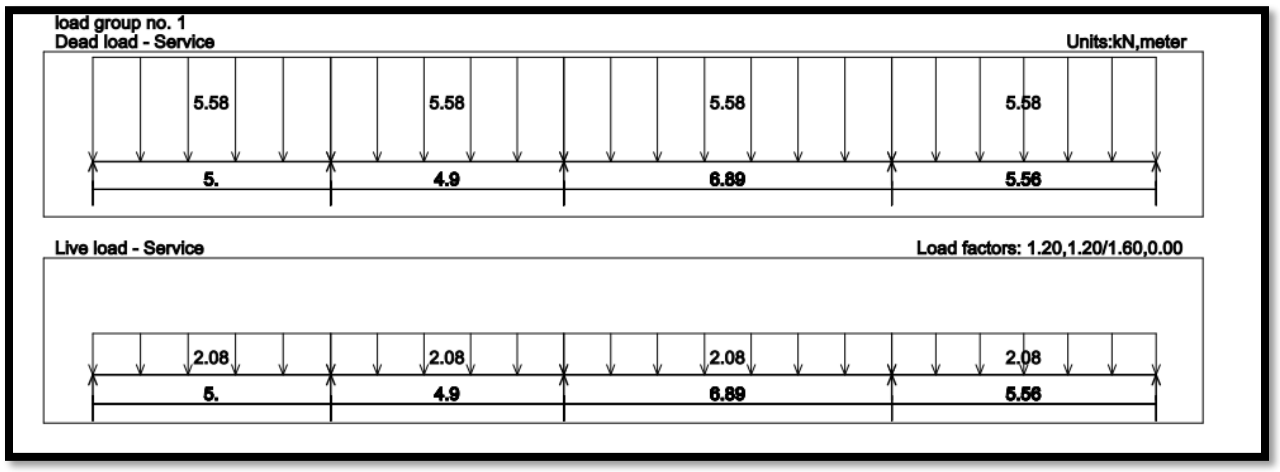
b_E = 12 + 16 t = 12 + 16 (8) = 140 cm.

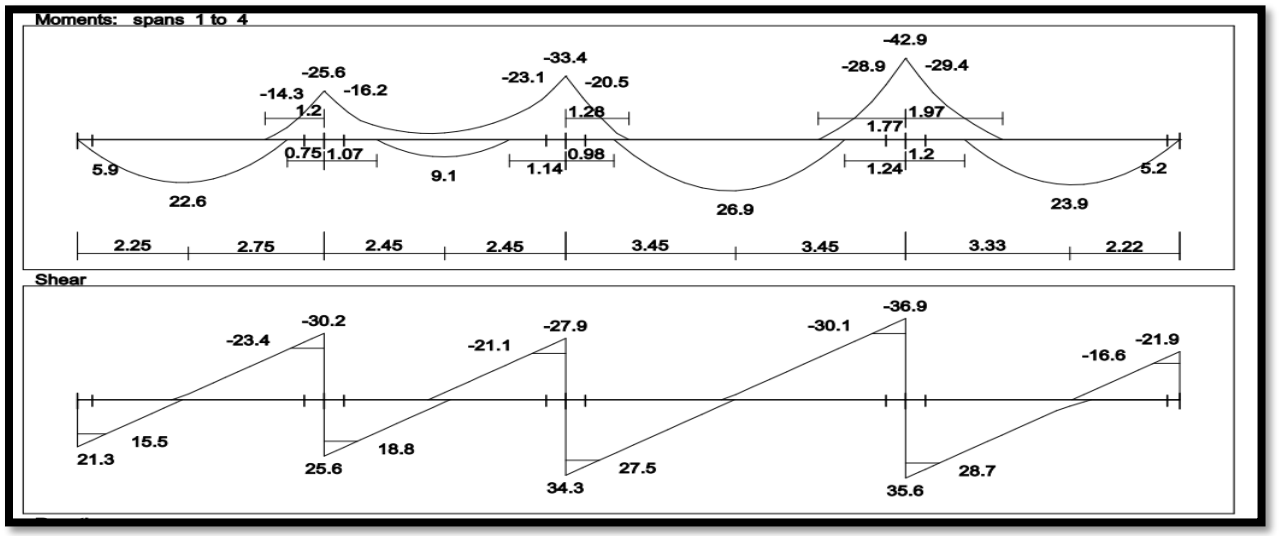
b_E = b_e ≤ center to center spacing between adjacent beams = 52 cm. Control

b_E For T-section = 52cm.

By using ATIR Program we get the envelope moment and shear force diagram as the follows: -







Figure(4.3) : Moment Diagram For Simply Supported Rib

4.5 Design of One-Way Rib Slab 2.10

Design of Positive Moment for (Rib1): -

(Mu=26.9 KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

d =h- cover - dstirrups - $\frac{db}{2}$ = 320-20-10-12/2= 284 mm.

Check if a>hf to determine whether the section will act as rectangular or T- section.

$$Mnf = 0.85.fc'.be.hf.\left(d - \frac{hf}{2}\right)$$

$$= 0.85.24.520.80.\left(284 - \frac{80}{2}\right) * 10^{-6} = 207.06\, KN.m$$

Mn$\gg \frac{Mu}{\emptyset} = \frac{26.2}{0.9} = 29.88 KN.m$, the section will be designed as rectangular section with be =520 mm.

$$Rn = \frac{Mu}{\emptyset.b.d^2} = \frac{26.2.10^6}{0.9.520.284^2} = 0.712 Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85.fc'} = \frac{420}{0.85.24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Rn}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1 - \frac{2.20.6..755}{420}} = 0.00172$$

As_{req} = ρ.b.d = 0.00183×520×284 =254.0096mm^2

Check for As min: -

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ ACI (318-19) 10.5.1.

$= \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) = 99.37\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$= \frac{1.4}{(420)}(120)(284) = 113.6mm^2$ …. controls

As_{req} =254.0096 mm^2 > As_{min} = 113.6mm^2 …. OK

Use 2 ø 14 , $As_{provided}$, = 307.72 mm^2 >$As_{required}$ = 248.102mm^2 …. OK

$s = \frac{120-40-20-(2*14)}{1} = 32mm > d_b = 16 > 25mm$ …. OK

Check for strain:-

$a = \frac{As.fy}{0.85.b.fc'} = \frac{307.72.420}{0.85.520.24} = 12.18\ mm$

$$c = \frac{a}{\beta 1} = \frac{12.18}{0.85} = 14.32\ mm$$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{314-14.32}{14.32}\right) = 0.062 > 0.005$ …. OK

Design of Negative Moment for (Rib 1):

(Mu = - 29.4 KN.m)

Assume bar diameter **ø 12** for main positive reinforcement

d =h- cover - dstirrups - $\frac{db}{2}$ = 320-20-10-12/2= 284 mm.

$$Rn = \frac{Mu}{\emptyset . b . d^2} = \frac{29.4.10^6}{0.9.120.284^2} = 3.37\ Mpa.$$

$$m = \frac{fy}{0.85.fc'} = \frac{420}{0.85.24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Rn}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1 - \frac{2.20.6.2.29}{420}} = 0.0088$$

As_{req} = ρ.b.d = 0.0088×120×284 = 299.904 mm^2

Check for As min: -

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ ACI (318-19) 10.5.1.

$= \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) = 99.37\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$= \frac{1.4}{(420)}(120)(284) = 113.6\ mm^2$ …. controls

As_{req} = 299.904 mm^2 > As_{min} = 113.6 …. OK

Use 2 ø 14 , $As_{provided}$, = 307.8mm^2 >$As_{required}$ =299.904mm^2 …. OK

s = $\frac{120-40-20-(2*14)}{1}$ = 32mm …. OK

Check for strain: -

a = $\frac{As.fy}{0.85.b.fc'} = \frac{307.87.420}{0.85.120.24} = 52.8mm$

$c = \frac{a}{\beta 1} = \frac{52.8}{0.85} = 62.14\ mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{284-14.32}{14.32}\right) = 0.0107$ > 0.005 …. OK

Shear Design for (Rib1): -

Vu at distance d from support= 30.1KN

Shear strength Vc, provided by concrete for the joints may be taken 10% greater than for beams.

This is mainly due to the interaction between the slab and closely spaced ribs ACI (813-19).

$\emptyset vc = 0.75 * \frac{1.1}{6}\sqrt{fc'}\ bw.d = \frac{1.1}{6}\sqrt{24}.120.284 * 10^{-3} = 22.95\ KN$

0.5 ø Vc =0.5×22.95 =11.47 KN

0.5 ø Vc< Vu< ø Vc

Vu> ø Vc

for shear design, shear reinforcement is required (A_v) :

$v_{s\,min} = \frac{1}{16}\sqrt{fc'}.bw.d \geq \frac{1}{3}\ bw.d$

$v_{s\,min} = \frac{1}{16}\sqrt{24}\,.120.284 * 10^{-3} = 10.43\,KN$

$v_{s\,min} = \frac{1}{3}\,.120.284\, * 10^{-3} = \ 11.36$

øVc<Vu <ø (Vc+Vsmin) Case III

22.95<30.1<**31.47**

Take (2 leg stirrups) ø 10 @ 150 mm

$\text{Av} = \frac{2 * 78.5}{0.15} = 1047.19\ \ \text{mm2/m strip}$

`

2.11 4.6 Design of Beam

Material:

- concrete B300 Fc' = 24 N/ mm^2
- Reinforcement Steel fy = 420 N/ mm^2

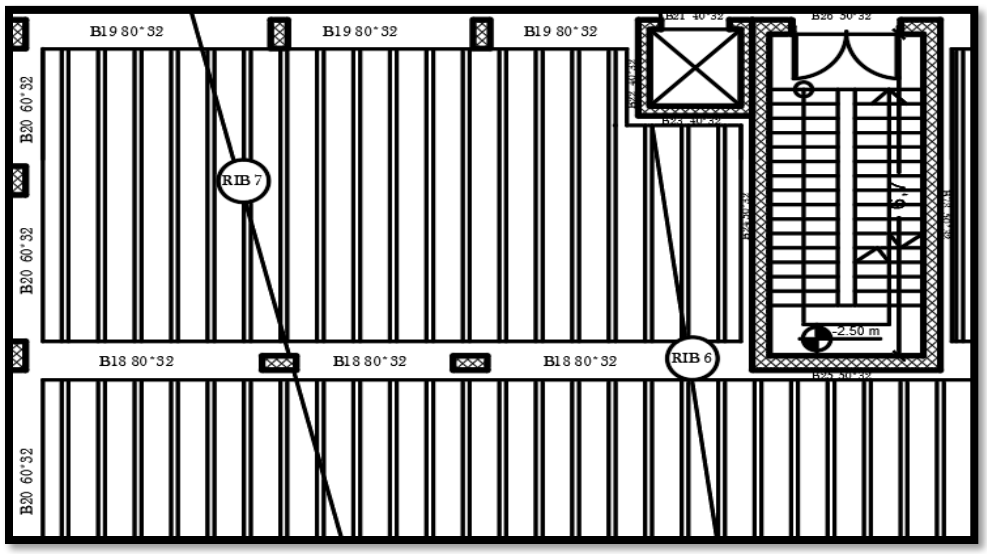
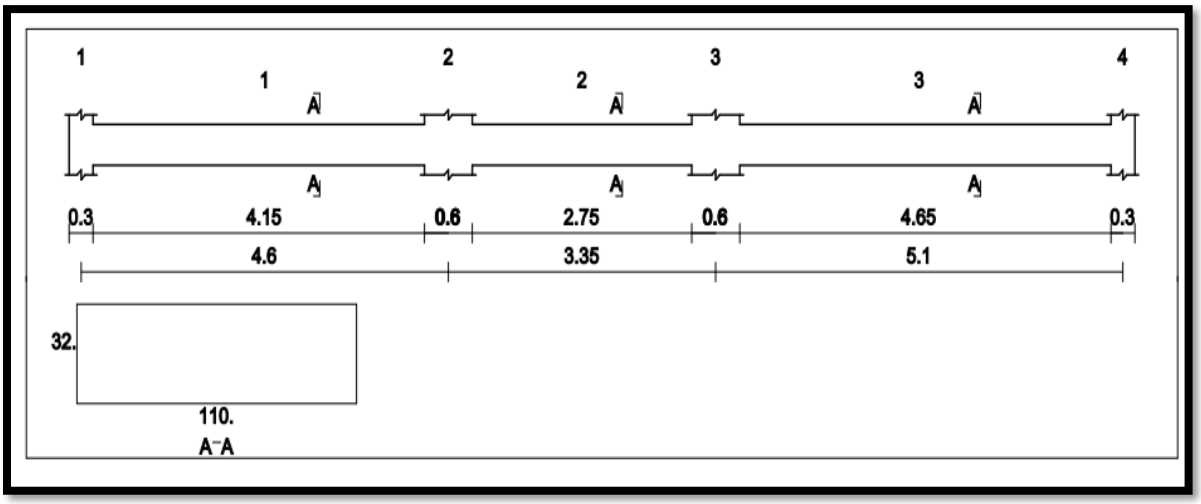
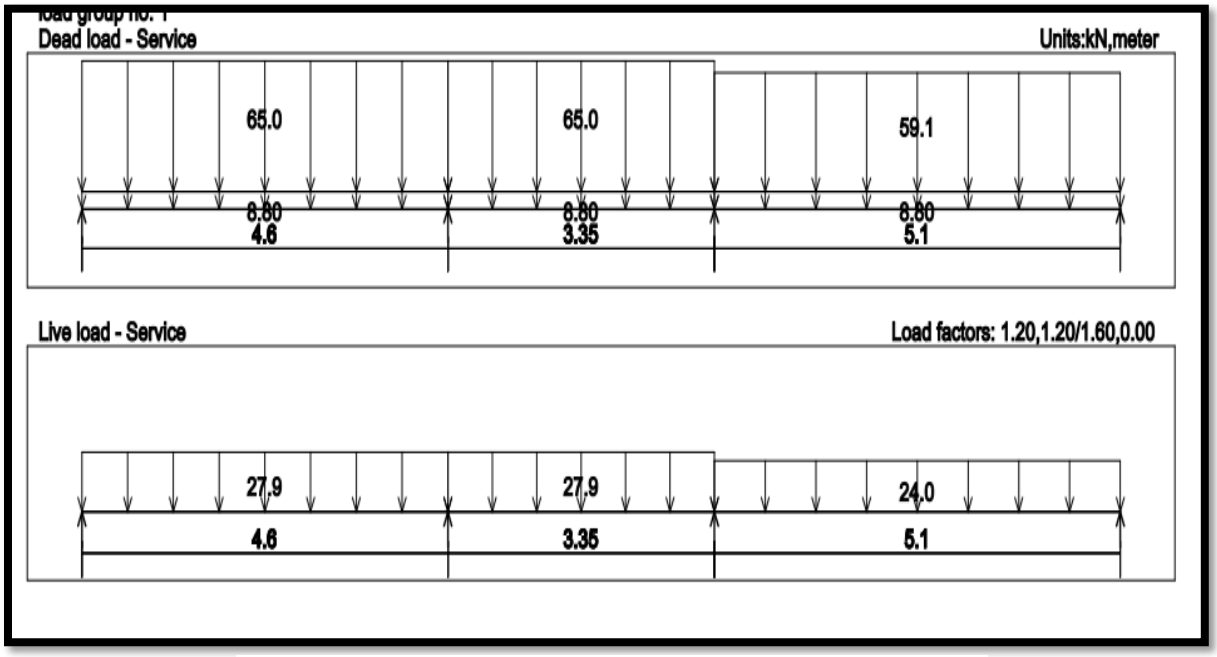


Fig (4.4): Beam 18

By using ATIR Program we get the envelope moment and shear force diagram as the





Figure(4.5): loadings of Beam 18.

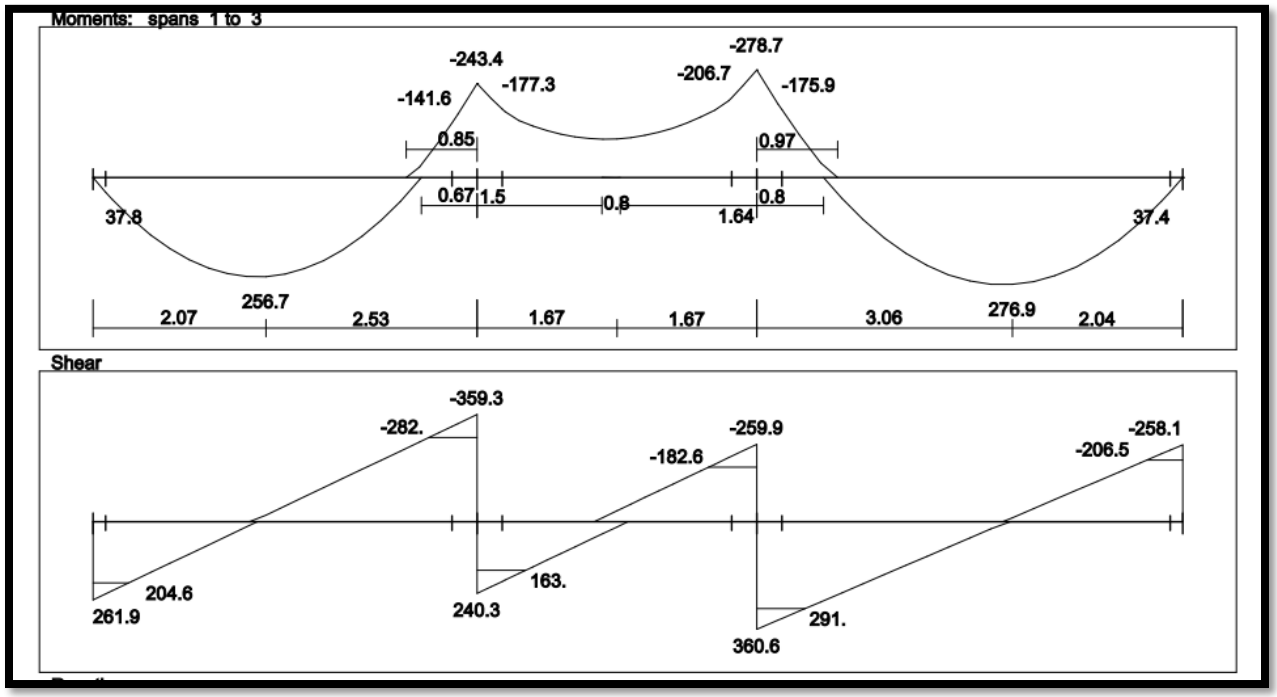


Figure (4.6): Moment & Shear Diagram for Beam 18

Load Calculations:

Dead Load Calculations for Beam (B18): - The distributed Dead and Live loads acting upon B18 can be defined from the support reactions of the Rib 6 and Rib7.

From Rib 6 $\boldsymbol{DL = \frac{30.78}{0.52} = 59.1\ KN/m}$

$\boldsymbol{LL = \frac{12.53}{0.52} = 24.09 KN/m}$

From Rib 7 $\boldsymbol{DL = \frac{33.81}{0.52} = 65\ KN/m}$

$\boldsymbol{LL = \frac{14.52}{0.52} = 27.9\ KN/m}$

Moment Design for (B 18):

Design of Negative Moment for (B 18)

Assume bar diameter ø 20 for main positive reinforcement

d =h- cover - dstirrups - $\frac{20}{2}$ = 320-40-10-20/2= 260mm.

Mu max= -206.7

Take ∅=0.9

Assume ρ = 0.4 ρb

Take B1=0.85

$\rho b = 0.85 \frac{Fc'}{fy} B1(\frac{600}{600+fy})$ = 0.85* $\frac{24}{420}$*($\frac{600}{600+420}$)*.85 =0.02428

$\rho = 0.4 * 0.02428 = 0.00917$

Rn=ρ fy $(1 - \frac{\rho m}{2})$ = 0.00917 × 420 $\frac{(1- 0.00917 *20.6)}{2}$ =3.48 Mpa .

$bd^2 = \frac{Mu}{\emptyset Rn} = \frac{206.7 \times 10^6}{0.9 \times 3.48} = b \times 260^2$

b =976.27 mm take b =1000 mm

check wheather the section will be act as singly or doubly reinforcement section:

Maximum nominal strength from section condition εs=0.004

C=$\frac{3}{7}d = \frac{3}{7} \times 260 = 111.42mm$

B1=0.85

$a = B1 \times C = 0.85 \times 111.42 = 94.71mm$

$Mu = 0.85\text{Fc}' \times \text{a} \times \text{b} \times \left(\text{d} - \frac{a}{2}\right)$

$= 0.85 \times 24 \times 94.71 \times 1000\left(260 - \frac{94.71}{2}\right) \times 10^{-6} = 410.84\, KN^2.m$

$\emptyset = 0.82$

Mu= 206.7 KN.m <$\emptyset Mn = 0.82 \times 410.84 = 336.89 KN.m$

Design the section as singly reinforcement concrete section

$\text{Rn} = \frac{\text{Mu}}{\emptyset.\text{b}.\text{d}^2} = \frac{206.7 \times 10^6}{0.9.1000.260^2} = 3.39$ Mpa.

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Rn}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1 - \frac{2.20.6.3.39}{420}} = 0.0088$

As_{req} = ρ.b.d = 0.088×1000×260=2288mm^2

Check for As min:-

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ ACI (318-19) 10.5.1.

$= \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(1000)(260) = 758.17\, mm^2$

$$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$$

$$= \frac{1.4}{(420)}(1000)(260) = 866.67\ mm^2 \quad \text{…. Controls}$$

As_{req} =2288mm^2 > As_{min} =866.67 …. OK

Use 9 Ø 20 , $As_{provided}$, = 28.26cm^2 >$As_{required}$ =22.88 cm^2 …. OK

Check for strain: -

$$a = \frac{As.fy}{0.85.b.fc'} = \frac{2826\ .420}{0.85\ .1000.24} = 58.186\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta 1} = \frac{58.186}{0.85} = 68.44\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{263-68.44}{68.44}\right) = 0.0085 \quad > 0.005 \quad \text{…. OK}$$

$$Mu = As * fy\left(d - \frac{a}{2}\right) = 2826 * 420\left(263 - \frac{58.186}{2}\right) * 10^{-6} = 277.62KN.m$$

$Mu = 206.7KN.m < \emptyset Mu = 0.9 * 227.62 = 249.866KN.m$

Check for bar placement

$$Sb = \frac{1000 - 40 * 2 - 10 * 2 - 9 * 20}{8} = 90\ mm > 25\text{mm ok}$$

Design of Positive Moment for

Assume bar diameter ø 20 for main positive reinforcement

d =h- cover - dstirrups - $\frac{20}{2}$ = 320-40-10-20/2= 260mm.

Mu max= +276.9

Take ∅=0.9

Assume ρ = 0.4 ρb

Take B1=0.85

$\rho b = 0.85 \frac{Fc'}{fy} B1(\frac{600}{600+fy})$ = 0.85* $\frac{24}{420}$*($\frac{600}{600+420}$)*.85 =0.02428

$\rho = 0.4 * 0.02428 = 0.00917$

Rn=ρ fy $(1 - \frac{\rho m}{2})$ = $0.00917 \times 420 \frac{(1- 0.00917 *20.6)}{2}$ =3.48 Mpa .

$$bd^2 = \frac{Mu}{\emptyset Rn} = \frac{206.7 \times 10^6}{0.9 \times 3.48} = b \times 260^2$$

b =976.27 mm take b =1000 mm

check wheather the section will be act as singly or doubly reinforcement section:

Maximum nominal strength from section condition εs=0.004

C=$\frac{3}{7}d = \frac{3}{7} \times 260 = 111.42mm$

B1=0.85

$a = B1 \times C = 0.85 \times 111.42 = 94.71mm$

$Mu = 0.85Fc' \times a \times b \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$

$= 0.85 \times 24 \times 94.71 \times 1000 \left(260 - \frac{94.71}{2}\right) \times 10^{-6} = 410.84\ KN^2.m$

$\emptyset = 0.82$

Mu= 276.9 KN.m <$\emptyset Mn = 0.82 \times 410.84 = 336.89 KN.m$

Design the section as singly reinforcement concrete section

$$Rn = \frac{Mu}{\emptyset . b . d^2} = \frac{276.9 \times 10^6}{0.9.1000.260^2} = 4.55 \text{ Mpa.}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Rn}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1 - \frac{2.20.6.4.55}{420}} = 0.0124$$

As_{req} = ρ.b.d = 0.0124×1000×260=3224mm^2

Check for As min:-

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ ACI (318-19) 10.5.1.

$= \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(1000)(260) = 758.17\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$= \frac{1.4}{(420)}(1000)(260) = 866.67\ mm^2$ …. Controls

As_{req} =3224mm^2 > As_{min} =866.67 …. OK

Use11 Ø 20 , $As_{provided}$34.54cm^2 >$As_{required}$ =32.24 cm^2 …. OK

Check for strain: -

$$a = \frac{As.fy}{0.85.b.fc'} = \frac{3454\ .420}{0.85\ .1000.24} = 71.11\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta 1} = \frac{71.11}{0.85} = 83.66\, mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{260-83.66}{83.66}\right) = 0.0063 \quad > 0.005 \quad \text{…. OK}$$

$$Mu = As * fy\left(d - \frac{a}{2}\right) = 3454 * 420\left(260 - \frac{71.11}{2}\right) * 10^{-6} = 325.5KN.m$$

$$Mu = 276.9\ KN.m < \emptyset Mu = 0.9 * 325.5 = 292.95KN.m$$

Sb for bar placement

$$Sb = \frac{1000 - 40 * 2 - 10 * 2 - 11 * 20}{10} = 68\, mm > 25\text{mm ok}$$

Design of beam for shear

Critical section at distance d=260 mm

The face of support Vu max =291.00 KN

$$Vc = 1/6\ \lambda\sqrt{fc} * bw * d = 1/6 * 1 * \sqrt{24} * 1000 * 260 * 10\text{^}(-3) = 212.289KN$$

Check for section dimensions:

$$Vs = Vu/\emptyset - Vc = 291/0.75 - 212.289 = 175.711$$

$$Vsmax = 2/3\ \sqrt{fc} * bw * d = 2/3 * \sqrt{24} * 1000 * 260 * 10\text{^}(-3) = 849.156\ KN$$

$$Vs = 175.711KN < Vsmax = 849.156KN$$

Find the maximum stirrups spacing:

$if\ Vs < V(s = 1/3\sqrt{fc} * bw * d\ then\ Smax \leq d/2\ \ or \leq 600)$

$Vs = 1/3\sqrt{fc} * bw * d = s = 1/3\sqrt{24} * 1000 * 260 * 10\text{^}(-3) = 424.57KN$

$VS = 175.711KN < Vs = 424.57KN$

$Smax \leq 600mm \ldots Smax \leq d/2 = 263/2 = 131.5mm\ control$

Check for vs, min:

$Av\ ,min\ = 1/16 * \sqrt{fc} * bw * s/fyt$

$Av\ ,min\ = 1/3 * bw * s/fyt \ldots\ldots\ldots control$

$Vsmin = \frac{1}{16} * \sqrt{fc} * bw * d$

$= \frac{1}{16} * \sqrt{24} * 1000 * 260 * 10^{-3} \rightarrow Vsmi\,n \quad = 79.60\ KN$

Vs min=1/3*bw*d=1/3*1000*260*10^ (-3)=86.67 KN……control

ØVc<Vu ≤ Ø (Vc+Vs min)

$0.75 * 212.289 = 159.216\ KN < Vu = 291.00 < 0.75\ (212.289 + 86.67\ ) = 298.959\ KN$

or Vs=175.71 KN>Vs min=86.67 KN…. case IV

use stirrups 2U-shape (4 legs stirrups) Ø8 with Av=4*50.27=201.1 mm

Av/s=Vs/(fy*d) →s=(Av*fyt*d)/Vs= (201.1*420*260)/ (175.70*10^3) = 124.98mm

take 2 U-shape (4 legs stirrups) Ø8 at 100mm<Smax=131.5mm.

4.8 Design of Column (C10) :

4.8.1Calculation of Loads act on Column (C10):

Loads acting on columns are obtained from support reaction when analyzing the supported beams.

Loads acting on column (C10) are as follows:

Dead Load = Total Service Dead reaction from Beam+ Total Self weight of the column

= 4984 + 380 = 5364 kN

Live Load = Total Service Live reaction from Beam

= 1644 kN

Factored loads (Pu) = 1.4 DL = 1.4 x 5364= 7509.6 kN.

OR Pu = 1.2 DL + 1.6 LL = 1.2 x 5364+ 1.6 x 1644 = 9067.2 kN. << Cont.

4.6.2 Calculation of Required Dimension of Column (C10) :

Total load Pu =**9067.2 kN**

Pn = 9067.2 /(0.65) = 13949.5 KN

Assume $\boldsymbol{\rho g = 2.0}$ %

$$\mathbf{Pn = 0.8 * Ag\{0.85 * fc' + \rho g(fy - 0.85fc')\}}$$
$$\mathbf{13949.5 * 10^{-3} = 0.8 * Ag[0.85 * 24 + 0.02 * (420 - 0.85 * 24)]}$$
$$\mathbf{Ag = 0.614\ m^2}$$

∴**Select 70*70cm with Ag = 4900cm².**

⇒ **Check Slenderness Effect:**

For braced system if $\lambda \leq 34 - 12\frac{M1}{M2} \leq 40$, then column is classified as short column and slenderness effect shall not be considered.

$$\lambda = \frac{Klu}{r}$$

Where:

Lu: Actual unsupported (unbraced) length = 4.7 m

K: effective length factor (K= 1 for braced frame).

R: radius of gyration → for rectangular section = $\sqrt{\frac{I}{A}}$ 0.3 h

System about x

$$\rightarrow \lambda = \frac{1 * 4.7}{0.3 * 0.8} = 19.58$$

$$\lambda \leq 34 - 12(1) = 22 \leq 40$$

$\lambda = 19.58 < 22$ ∴ **Short about X**

System about Y

$$\rightarrow \lambda = \frac{1 * 4.7}{0.3 * 0.8} = 19.58$$

$$\lambda \leq 34 - 12(1) = 22 \leq 40$$

∴ **Column is Short**, So Slenderness effect will not be considered.

4.8.2 Calculation of Required Reinforcement Ratio:

Since Column is short and slenderness effect will not be considered, then Design Strength of column can be calculated using the following equation:

$$\boldsymbol{\phi Pn = 0.65 * 0.8 * Ag\{0.85 * fc' + \rho g(fy - 0.85fc')\}}$$

Where, Pu =**9067.2** KN

$$\boldsymbol{9067.2 * 10^3 = 0.65 * 0.8 * 700 * 700\{0.85 * 24 + \rho g(420 - 0.85 * 24)\}}$$

$$\boldsymbol{\Rightarrow \rho_g = 0.017 > \rho_{min} = 0.01 \ \& < \rho_{max} = 0.08}$$

As req = 0.017 *700 *700 =10880 mm^2

$$\textbf{Use } \Phi \textbf{ 25 } >> \textbf{ \# of bar } = \frac{10880}{490.8} = 23$$

∴ Use16 Ø25 with As = 11288.4 mm^2 >As $_{req}$ = 10880 mm^2

⇒ **Check spacing between the bars:**

$$S = \frac{800 - 2*40 - 2*10 - 12*25}{11} = 36.36\ mm$$

$$S = 36.36\ mm \geq \frac{4}{3} \text{ M.A.S}$$

$$\geq 40mm$$

$$\geq 1.5db = 37.5\ mm$$

⇒ Determination of Stirrups Spacing

According to ACI:

$\boldsymbol{S \leq 16}$ db (longitudonal bar diameter)
$\boldsymbol{S \leq 48}$dt (tie bar diameter).
$\boldsymbol{S \leq}$ Least dimension.

$$\textbf{Spacing} \leq 16 \times d_b(\textbf{Longitudinal.bar.diameter}) = 16 \times 2.5 = 40\textbf{cm}.$$
$$\textbf{Spacing} \leq 48 \times d_t(\textbf{tie.bar.diameter}) = 48 \times 1.0 = 48\textbf{cm}.$$
$$\textbf{Spacing} \leq \textbf{Least.dim e nsion} = 80\ \textbf{cm}$$

∴ **Select Ø 10/20cm**

Column (C10) Section is shown in figure where bars arrangement and stirrups detailing appear.

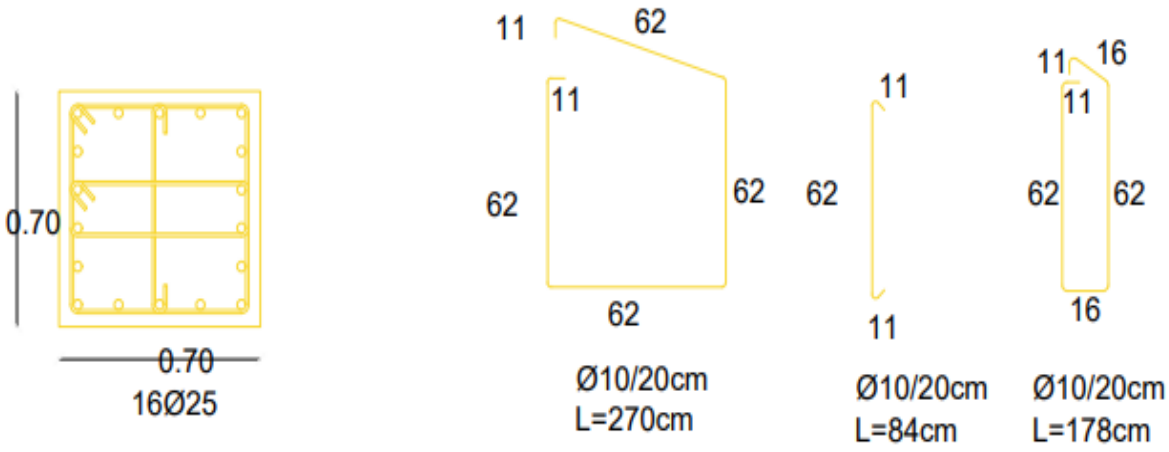


Figure: C10 Reinforcement Details

4.9 Design of Shear Wall :

Analysis and design were done using ETABS program in which the seismic loads were taken into account. The following is a sample calculation for one of the walls, S.W2.[For detailed information see appendix C]

The following data that used in design**:**

- Shear Wall thickness = h = 30 cm
- Shear Wall length Lw = 4.3m

- Building height Hw=37 m
- Critical section shear : Lw<hw → d =0.8*Lw =0.8*4.3 = 3.44 m

4.9.1 Design of Horizontal Reinforcement :

Calculation of Shear Strength Provided by concrete Vc:

- Shear Strength of Concrete is the smallest of :

1- Vc = $\frac{1}{6}\sqrt{f c'} \times b \times d$

$= \frac{1}{6}\sqrt{24} \times 300 \times 3440 = 818.1\ \text{kN} \ll \text{Controlled}$

2- Vc = $\frac{\sqrt{f c'} \times b \times d}{4} + \frac{Nu \times d}{4Lw}$

$= \frac{\sqrt{24} \times 300 \times 3440}{4} + 0 = 1264\ kN$

3- $Vc = \left[\frac{\sqrt{f c'}}{2} + \frac{Lw\left(\sqrt{f c'} + \frac{2Nu}{Lw.h}\right)}{\frac{Mu1}{Vu} - \frac{Lw}{2}}\right] \times \frac{h \times d}{10}$

Where:

- Mu1=634.3 kN.m

- $\frac{Mu1}{Vu} - \frac{Lw}{2} = \frac{634.3}{847.1} - \frac{4.3}{2} = -1.4 < 0$ → This equation is not applicable.

$\therefore Vc = 818.1\ \text{kN} \rightarrow \emptyset Vc < Vumax^1 = 847.1\ \text{kN}$ →Horizontal Reinforcement is Required.

$$\rightarrow Vs = \frac{Vu}{\emptyset} - Vc = \frac{847.1}{0.75} - 818.1 = 311.4\ \text{kN}$$

$$\rightarrow \frac{Avh}{s} = \frac{Vs}{fy * d} = \frac{311.4 * 10^3}{420 * 3440} = 0.215$$

$$\textbf{but } \left(\frac{\textbf{Avh}}{\textbf{s}}\right)\textbf{min} = \textbf{0.0025} * \textbf{h} = \textbf{0.0025} * \textbf{300} = \textbf{0.75} \ll \textbf{Controlled.}$$

→ Avh : For 2 layers of Horizontal Reinforcement

Select $\emptyset\mathbf{10}$:

Avh = 2 *79 = 158 mm^2

$$\frac{\boldsymbol{Avh}}{\boldsymbol{s}} = \mathbf{0.75} \rightarrow \boldsymbol{Sreq} = \frac{\mathbf{158}}{\mathbf{0.75}} = \mathbf{210.6}\ \boldsymbol{mm}$$

Smax= Lw/5 = 4300/5 = 860 mm

= 3h = 3*300 =900mm

$= \boldsymbol{45cm} \ll$ Controlled.

∴<u>Select Ø10 @ 250 mm at each side.</u>

4.7.2 Design of Vertical Reinforcement**:**

→ Avv = $[0.0025 + 0.5\ (2.5 - \frac{\mathbf{hw}}{\mathbf{lw}})(\frac{\mathbf{Avh}}{\mathbf{Shor} * \mathbf{h}} - \mathbf{0.0025})] * \mathbf{h} * \mathbf{Sver}$

$$\frac{\boldsymbol{hw}}{\boldsymbol{lw}} = \frac{\mathbf{37}}{\mathbf{4.3}} = \mathbf{8.6} > \mathbf{2.50}$$

→ $\frac{\mathbf{Avv}}{\mathbf{Sver}} = [0.0025 + 0.5\ (0)(\frac{\mathbf{2*79}}{\mathbf{250*300}} - \mathbf{0.0025})] * \mathbf{300}$

∴ $\frac{\mathbf{Avv}}{\mathbf{Sver}} = 0.5$

Smax = Lw/3 = 4300/3 = 1433 mm

= 3h = 3*300 =900mm

$= \mathbf{450}\ \boldsymbol{mm} \ll$ Controlled.

Select $\emptyset\mathbf{12}$:

Avv = 2 *113 = 226 mm^2

$$\frac{\mathbf{Avv}}{\mathbf{s}} = \mathbf{0.5} \rightarrow \mathbf{Sreq} = \frac{\mathbf{226}}{\mathbf{0.5}} = \mathbf{452\ mm}$$

∴**Select Ø12 @ 200 mm at each side.**

4.9.2Design of Bending Moment :

→ Max Mu =2323.2 kN.m

→ Part of Moment that resisted through Avv :

Muv =0.9 [0.5*Asv*fy*Lw (1-$\frac{Z}{2\,Lw}$)]

Where:

- Asv=2*113 *$\frac{4300}{300} = \mathbf{3239.3}$$mm^2$
- $\frac{Z}{Lw} = \frac{1}{2+\frac{0.85*\beta1*fc'*Lw*h}{Asv*fy}} = \frac{1}{2+\frac{0.85*0.85*24*4300*300}{3239.3*420}} = \mathbf{0.054}$

∴ Muv = 0.9 [0.5*$\mathbf{3239.3}$*420*4300 (1-$\frac{\mathbf{0.054}}{\mathbf{2}}$)] = 2561.5 kN.m

Muv = 2561.5 kN.m > Mu =2323.2 kN.m

So, Boundary Element is not required. #

4.10 Design of Basement Wall:

The wall spans vertically and it is considered to be pinned at both ends as shown in figure

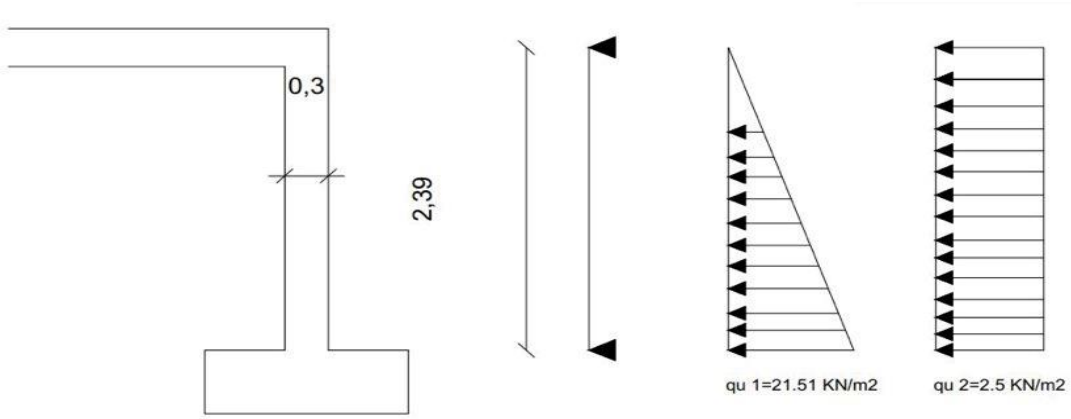


Figure: Basement Wall system and loads

The different lateral pressures on a 1m length of the wall are calculated as follows:

$\mathbf{k_o} = 1 - \sin 30 = 0.5$

Due to soil pressure at rest: qu1 = $\mathbf{k_o}.\gamma.h = 0.5*18*2.39=21.51\ kN/m^2$

Due to surcharge: qu2 = 5*0.5 =2.5 kN/m^2

The following are shear and moment diagrams that obtained from Atir Software.

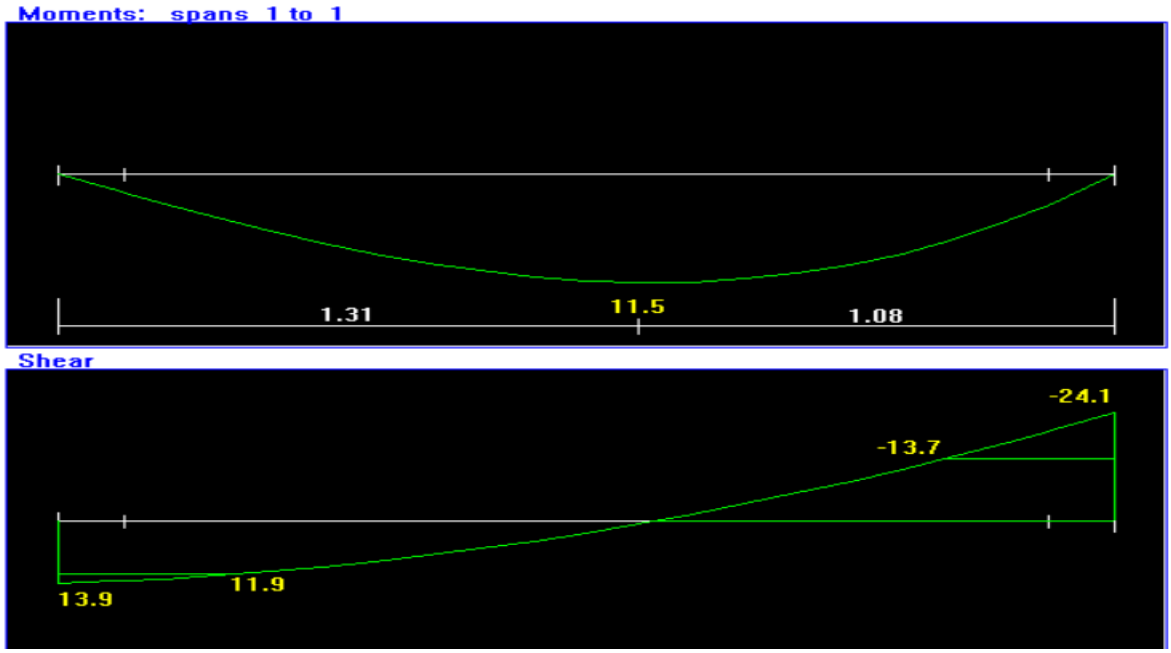


Figure : Moment and Shear Envelope of Basement wall

4.10.1 Design of Shear Force:

Max value shear force is obtained from figure (4-13), Vu= 13.7 kN

d=30-2-2 = 26 cm

Ø * Vc = 0.75 * $\frac{1}{6}$ * $\sqrt{24}$ * 1000 * 260 = 159kN > Vu

∴ <u>h=30cm is correct.</u>

4.8.2 Design of Wall Reinforcement

1. **Design of Vertical Reinforcement at Tension Side:**

Max value Moment is obtained from figure (4-13) , Mu = 11.5 kN.m

→ m = $\frac{420}{0.85*24} = \mathbf{20.6}$

→ Mn = $\mathbf{11.5/0.9}$= 12.78 kN.m

→ Rn = $\frac{\mathbf{Mn}}{\mathbf{b*d^2}}$ = $\frac{\mathbf{12.78*10^6}}{\mathbf{1000*260^2}}$ = 0. 19 MPa

→ $\boldsymbol{\rho} = \frac{1}{20.6} * (1- \sqrt{1 - \frac{2*0.19*20.6}{420}})$ = 0.0005

→ Asreq = $\boldsymbol{\rho * b * d} = 0.0005 * \mathbf{1000 * 260 = 130}$mm^2/1m

→ As (min) = 0.0012*b*h = 0.0012*$\mathbf{1000}$* 300= 360 mm^2 /1m < As req

∴ **<u>Select Ø12/20cm with As = 565.5 mm^2/m > As min</u>**

2. **Design of Vertical Reinforcement Compression Side:**

→ As = As (min) = 360 mm^2

∴ **Select Ø10/20cm with As = 395 mm^2/m**

3. **Design of Horizontal Reinforcement:**

→ As = As (min) = 0.001 *1000*300= 300 mm^2 /m for one layer

∴ Select **Ø10/20cm with As = 395mm^2/m .**

4.11 Design of Basement Footing:

⇒ Loads that act on Wall footing is obtained from ETABS where:

- qD=106.21 kN/m & qL=19.26 kN.m
- Total Service Loads: qtot =106.21+19.26 = 125.47 kN/m
- Total Factored Loads: qu =1.4 *106.21 = 148.7 kN/m

Check if footing width is correct:

$\sigma_b = {qtot}/{Areq} \leq \sigma_{b\,(allow.net)}$

$\therefore\ {125.47}/{1.0 * 1.0} = 125.47 < \sigma_{b(allow.net)} = 400\ kN/m^2$

$\therefore$ **a=1.0m is correct#**

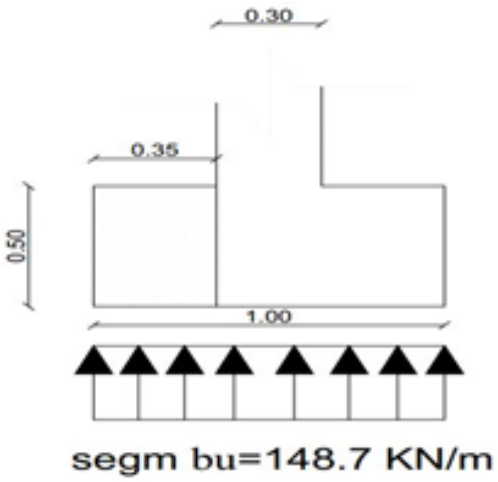


Figure (Critical Section of Shear force)

Design of one-way shear :

→ Assume h =50cm

→ d=500-50-20 = 430 mm

→ Vu=148.7*0.02*1m = 2.9 Kn

→ Ø * Vc = 0.75 * $\frac{1}{6}$ * $\sqrt{24}$ * 1000 * 430 =263.3 kN > Vu

∴ **h =50 cm (SAFE) .**

4.9.3 Design of Bending Moment:

- **Main Steel:**

Mu =148.7*0.45*1*(0.45/2) = 15.1 kN.m

→ Mn = $15.1 / 0.9$= 16.78 kN.m

→ kn = $\frac{Mn}{b*d^2}$ = $\frac{16.78*10^6}{1000*430^2}$ = 0.1 MPa

→ $\rho = \frac{1}{20.6}$ * (1- $\sqrt{1 - \frac{2*0.1*20.6}{420}}$) = 0.0005

→ Asreq = $0.0005 * 1000 * 430 = 215$ mm^2/m

→ As (min) = 0.0018*1000 * 500 = 540 mm^2/m

∴ Select Ø12/20cm 5Ø12/1m with As = 565.5 mm^2 > Asmin

- **Secondary Steel:**

→ As (min) = 0.0018*b*h = 0.0018*$\mathbf{1000}$ * 500 = 540 mm^2

∴ Select **Ø12/20cm 5Ø12/1m with As = 565.5 mm^2 > Asmin.**

The Following figure shows details of a section taken in a basement wall and its footing.

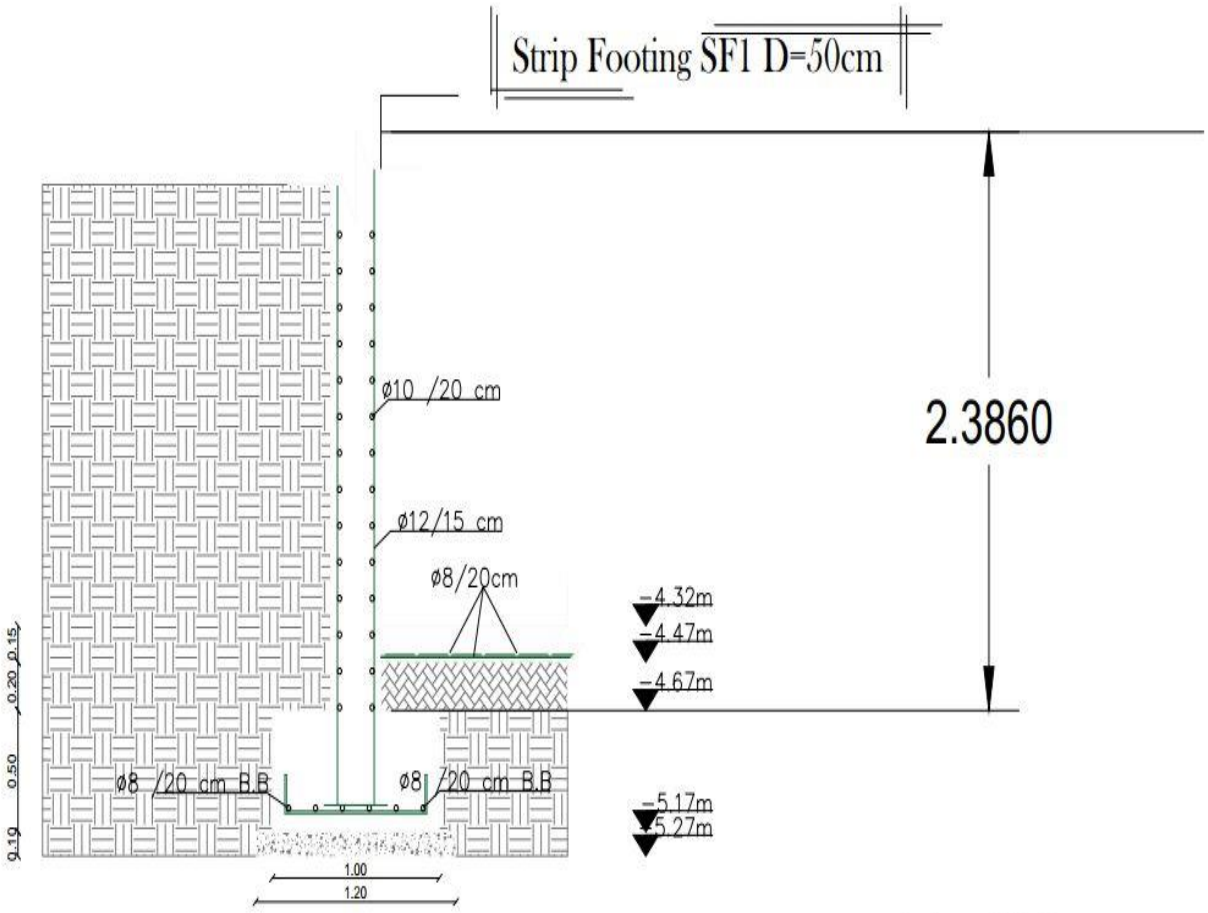


Figure: Basement wall Reinforcement Details

4.12 Design of Isolated Footing (F4):

Loads that act on footing F4 are:

- PD =3706.9 kN, PL = 1228.7kN → Pu = 1.2 *3706.9 + 1.6*1228.7=6414.2 kN

The following parameters are used in design:

- $\gamma_{concrete}$ = 25 kN/m^3
- γ_{soil} = 18 kN/m^3
- σ_{allow} = 400 kN/m^2
- clear cover =5cm

4.12.1 Determination of footing dimension (a):

Footing dimension can be determined by designing the soil against bearing pressure.

→ Assume h = 85 cm

→ $\sigma_{b(allow)net}$ =400 - 25*0.85 - 0.4*18 = 371.55 kN/m²

→ $\sigma_{bu(allow.net)}$ = 1.4* 371.55 = 520.2 kN/m²

→ $\sigma_{bu} = Pu/Areq \leq \sigma_{bu(allow.net)}$

∴ $6414.2/a^2$ = 520.2 → **a=3.51m → Select a=3.55m**

→ *Bearing Pressure* $\sigma bu = Pu/A = \frac{6414.2}{3.55*3.55}$ **= 509** $kN/m^2 \leq$ 520.2 kN/m² **…(SAFE)**

4.12.2 Determination of footing depth (h):

To determine depth of footing both of one- and two-way shear must be designed.

4.12.3 Design of one-way shear :

→ d = h − $cover$ − $\emptyset$ = 850 − 50 − 12 = 788 mm

→ Vu at distance d from the face of column:

Vu = FRB = $\boldsymbol{\sigma} bu$ × 0.541× b

= 509× 0.541× 3.55 = 977.6 kN

→ Ø * Vc = 0.75 * $\frac{1}{6}$ * $\sqrt{\mathbf{Fc'}}$ * b * d

= 0.75 * $\frac{1}{6}$ * $\sqrt{\mathbf{24}}$ * 3550 * 788=1713 kN >Vu

∴ **h = 85 cm is correct ✓**

4.10.2.2 Design of Punching (two-way shear):

→ d = 788 mm

→ $b_{\circ}$ = 2*(0.6+0.788)+2*(0.6+0.788)= 5552 mm

→ Bc = 1

→ αs = 40 (interior column)

Vu =520.2**(3.55*3.55-(0.6+.788)(0.6+0.788)) = 5551.8 **kN**

Ø×Vc is the smallest of:

1. $\mathbf{Vc} = \left(\mathbf{2} + \frac{\mathbf{4}}{\mathbf{Bc}}\right) \times \frac{\sqrt{\mathbf{fc'}}}{\mathbf{12}} \times \mathbf{b_o} \times \mathbf{d}$

$= \left(\mathbf{2} + \frac{\mathbf{4}}{\mathbf{1}}\right) \times \frac{\sqrt{\mathbf{24}}}{\mathbf{12}} \times \mathbf{5552} \times \mathbf{788}$

$= \mathbf{10716.5kN}$

2. $\mathbf{Vc} = \left(\frac{\alpha_s \times \boldsymbol{d}}{\mathbf{b_o}} + \mathbf{2}\right) \times \frac{\sqrt{\mathbf{fc'}}}{\mathbf{12}} \times \mathbf{b_o} \times \mathbf{d}$

$= \left(\frac{\mathbf{40} \times \mathbf{788}}{\mathbf{5552}} + \mathbf{2}\right) \times \frac{\sqrt{\mathbf{24}}}{\mathbf{12}} \times \mathbf{5552} \times \mathbf{788}$

$= \mathbf{13712.1kN}$

3. $\mathbf{Vc} = \mathbf{4} \times \frac{\sqrt{\mathbf{fc'}}}{\mathbf{12}} \times \mathbf{b_o} \times \mathbf{d}$

$= \mathbf{4} \times \frac{\sqrt{\mathbf{24}}}{\mathbf{12}} \times \mathbf{5552} \times \mathbf{788} =$ **7144.3 kN .. ⋖cont.**

→ Ø×Vc = 0.75 × 7144.3 = **5358.2** kN > Vu = **5551.8** kN

∴ **h = 85 cm is correct ✓**

4.12.4 Design of Reinforcement :

Mu = 509 *1.475*3.55*(1.475/2) = 1965.6kN.m

→ $m = \frac{Fy}{0.85 * Fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = \mathbf{20.6}$

→ Mn = $\mathbf{1965.6/0.9}$= 2184kN.m

→ kn = $\frac{\mathbf{Mn/\emptyset}}{\mathbf{b * d^2}} = \frac{\mathbf{2184 * 10^6}}{\mathbf{3550 * 788^2}}$ = 0.99MPa

→ $\boldsymbol{\rho} = \frac{1}{m} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * KN * m}{Fy}}\right)$

$= \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{20.6}} * \left(1 - \sqrt{\mathbf{1} - \frac{\mathbf{2 * 0.99 * 20.6}}{\mathbf{420}}}\right) = 0.0024$

→ Asreq = $\boldsymbol{\rho * b * d = 0.0024 * 3550 * 788 = 6713.76}$mm^2

→ As (min) = 0.0018*b*h = 0.0018*3550* 850 = 5431.5 mm^2

→ Asreq > As (min)

∴ **Select for both directions: 32Ø16 with As = 6837.4 mm^2 > Amin … (ok)**

4.10.4 Design the Connection between Column & Footing:

→ **Design of bearing pressure at section of column:**

$\emptyset \times Pnb$ = 0.65 × 0.85 × $fc' \times A1 \geq P$u

= 0.65 × 0.85 × 24 × 600*600 = 4773.6 kN > Pu = 6414.2 kN

∴ **Dowels are required to transfer the load between column and footing.**

→ **Design of Dowels:**

The dowels will carry the difference between ($\emptyset \times Pn$) and (Pu) .

- Fy . $Asreq = \Delta P$
- 420. $Asreq = \frac{(6414.2 - 4773.6)}{0.65}$
- $Asreq$ = 6009.5mm^2
- As min for dowels = 0.005 × $A1$ = 0.005 × 600 × 600 = 1800 mm^2
- $Asre$q > As min

∴ **Select 16Ø25 which is just like the reinforcement of column.**

→ **Check Compression lap splice between steel of column and dowels (Lsc):**

$Lsc\ creq$ = 0.071 × $fy \times db$ = 0.071 × 420 × 25= 745.5 mm >300mm

∴ **$Select\ Lsc$ = 78.2 cm > $Lsc\ req$ = 74.6cm**

→ **Design of compression development length (Ldc):**

- $Ldc = 0.24 \times \frac{\mathbf{fy}}{\sqrt{\mathbf{fc'}}} \times db = 0.24 \times \frac{\mathbf{420}}{\sqrt{\mathbf{24}}} \times 25 = 514.4$ mm .. ∢ cont.
- $Ldc = 0.043 \times fy \times db = 0.043 \times 420 \times 25 = 451.5$ mm

∴ Ldc req = 514.4 mm

- $Available\ Ldc = 850 - 50 - 16 - 16 =$ **768**$mm >$ *L*dc req = 514.4 *m*m .. ok

→ **Check tension development length using simplified method (Ldt):**

Since we have a footing, it must satisfy two conditions to be considered under category A, otherwise it will be considered as category B:

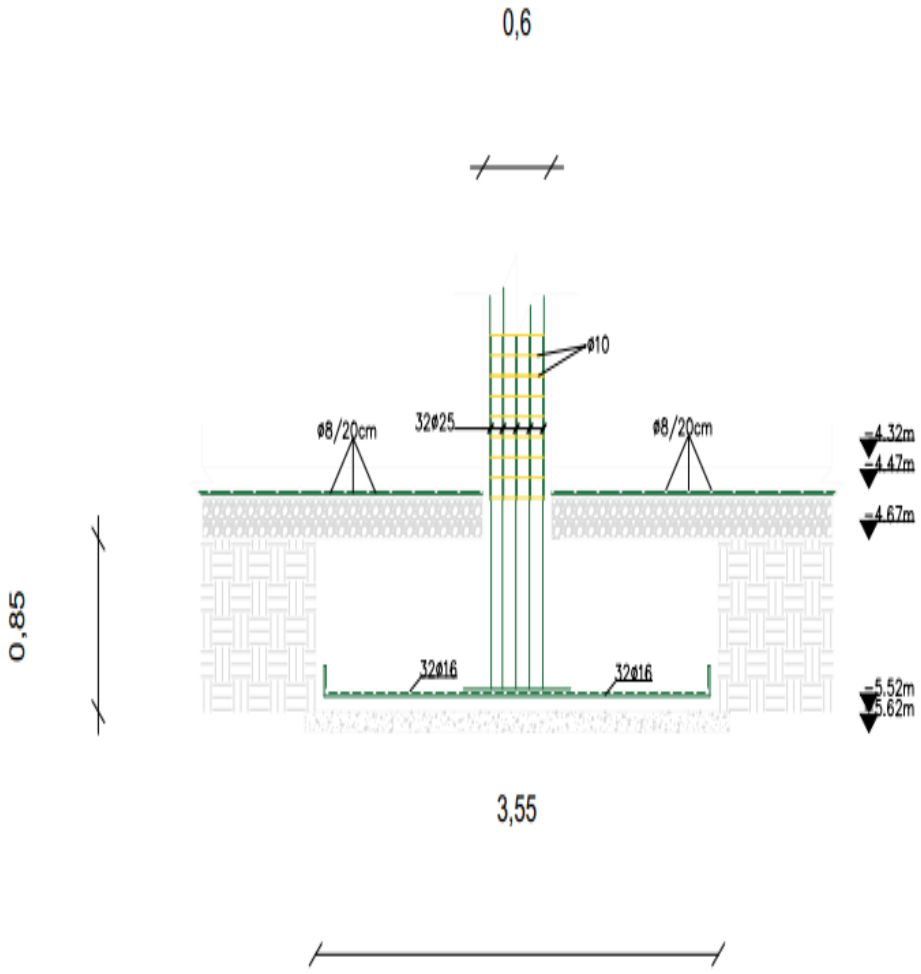
1- $Clear\ lateral\ spacing = \frac{\mathbf{3550 - (2*50) - (27*16)}}{\mathbf{26}} = 116$ mm > 2db = 32mm ✓

2- $Clear$ cover = 50 mm > 1 db = 16 mm ✓

⇨ Category A

Design of tension development length (Ldt):

- Ld, req = $\frac{\mathbf{12}}{\mathbf{20}} \times \frac{\mathbf{fy}}{\mathbf{fc'}} \times \frac{\boldsymbol{\varphi t \times \varphi e}}{\boldsymbol{\lambda}} \times d$b = $\frac{\mathbf{12}}{\mathbf{20}} \times \frac{\mathbf{420}}{\mathbf{24}} \times \frac{\mathbf{1 \times 1}}{\mathbf{1}} \times 25 = 262.5$ mm
- Ld, available = $\frac{\mathbf{3550 - 600}}{\mathbf{2}}$ - 50 = 1425mm > Ldt, req …. (ok)


0,6
ø10
ø8/20cm
32ø25
ø8/20cm
-4.32m
-4.47m
-4.67m
0,85
32ø16
32ø16
-5.52m
-5.62m
3,55

4.13Design of Stairs :

The following figure shows a top view of the stairs :

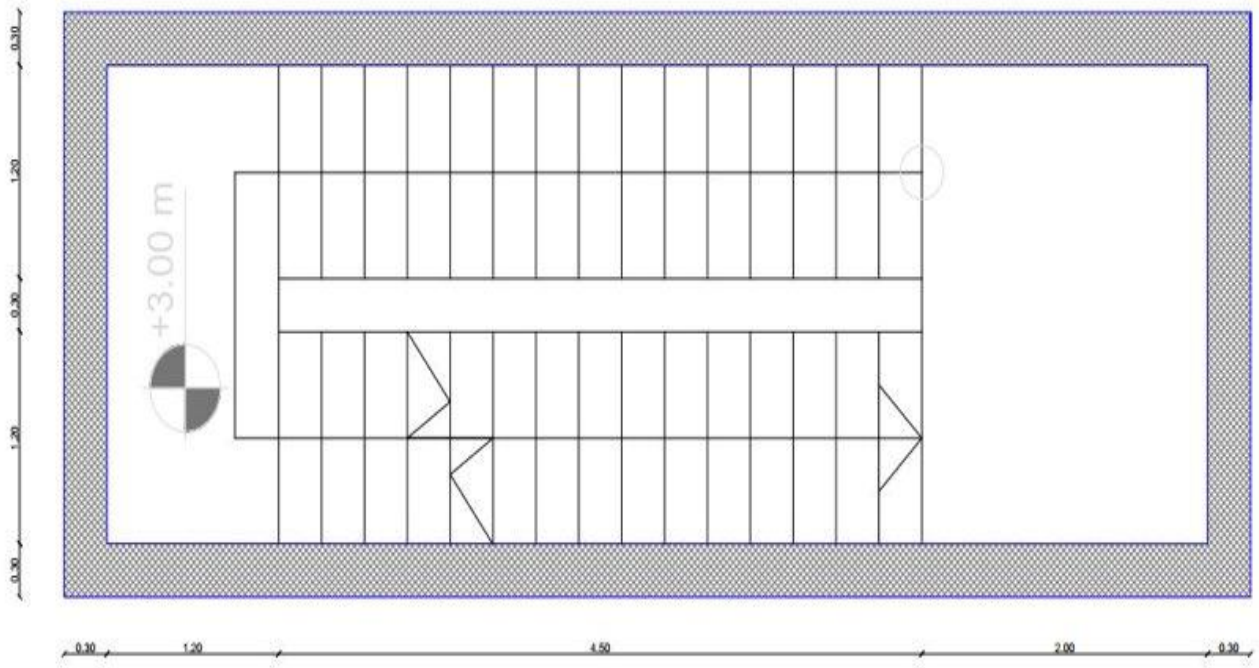


Figure: Stairs Top View

Design of flight:

The structural system of the flight is shown in figure and the following steps explain the design procedure of the flight :

1. **Determination of flight thickness :**
   Limitation of deflection: h ≥ minimum h

   h (min) = L/20 = 530/20 = 26.5cm

   ∴ Select h = 25 cm, but shear and deflection must be checked

   Angle (α): tan(α) = 16.7/30 → α = 29°

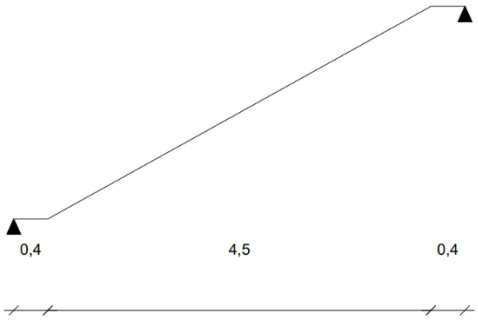


Figure: Structural system of flight

2. Loads calculation :

Table Calculation of Dead Loads that act on Flight

Flight Dead Loads
Flight = (0.25 * 25* 1)/ cos(29) =7.15 kN/m
Plaster = (0.03 * 22* 1)/ cos(29) =0.75 kN/m
Hor.Mortar =0.03*22*1 =0.66 kN/m
Ver.Mortar = 0.03*22*($\frac{0.167}{0.3}$) = 0.36 kN/m
Hor.Tiles = 0.04*23*($\frac{33}{30}$) = 1 kN/m
Ver.Tiles = 0.03*23*($\frac{0.167}{0.3}$) = 0.38 kN/m
Triangle =0.5*0.167*25 =2.08 kN/m
Sum=12.38 kN/m

Factored Loads :

qu= 1.2 *12.38 + 1.6*2 = 18.1 kN/m

Au= 18.1*4.5/2 = 40.7 kN

3.Design :

- **Design of Shear Force :**

d=250-20-(12/2) = 224 mm

Ø×Vc = 0.75 * $\frac{1}{6}$ *$\sqrt{Fc'}$ * bw * d

= 0.75 * $\frac{1}{6}$ *$\sqrt{24}$ * 1000 * 224

= 137.2 kN > Vu max = 40.7 kN

∴ No Shear Reinforcement is Required#

- **Design of Bending Moment :**

→ m = $\frac{Fy}{0.85*Fc'}$ = $\frac{420}{0.85*24}$ = 20.6

→ kn = $\frac{Mu/\emptyset}{b*d^2}$ = $\frac{\mathbf{20.4}*10^6/0.9}{1000*224^2}$ = 0.45 MPa

→ $\rho = \frac{1}{m}$ * (1- $\sqrt{1-\frac{2*KN*m}{Fy}}$) = $\frac{1}{19.6}$ * (1- $\sqrt{1-\frac{2*0.45*20.6}{400}}$) = 0.0015

→ Asreq = $\rho * b * d = 0.0015 * 1000 * 224 = 336\ mm^2$

→ As min = 0.0018 *1000*167 = 300.6 mm^2

∴ **Select Ø12/20 with As = 565 mm^2 > As req …. For Main Reinforcement**

For secondary Reinforcement select Ø10 /20 with As=395 mm^2 = As min

→ Check Spacing :

20cm > **S min** = 2.5 + 1.0 = **3.5 cm** or 2*(1.0)= **2.0 cm … ok**
20cm < **S max** = 3 * 15 = **45 cm … ok**

→ Check Strain:

C = T

0.85*fc'*a*b = As*fy

0.85*24*a*1000 = 300.6 *420

a = 5.89 mm → X = a/β = 5.89/0.85 = 6.18 mm

$\varepsilon_s = \frac{0.003*d}{x} - 0.003 = \frac{0.003*224}{6.18} - 0.003$

∴ **ε_s = 0.1 > 0.005 …. Ø = 0.9 (OK)**

Design of landing:

The following steps explain the design procedure:

- **Determination of Landing thickness :**
  Limitation of deflection:

  h ≥ minimum h

  h (min) = L/20 = 300/20 = 15 cm

  ∴ Select h = 15 cm , but shear and deflection must be checked

- **Loads calculation :**

Figure shows a section in the landing in which the layers carried by the landing appear.

Table Calculation of Dead Loads that act on Landing

Landing Dead Loads
Tiles = 0.03*23*1=0.7 kN/m
Mortar = 0.03*22*1=0.4 kN/m
Sand = 0.07*16*1=1.1 kN/m
Slab = 0.15*25*1=3.75 kN/m
Plaster = 0.02*22*1=0.4 kN/m
Sum = 6.35 kN/m

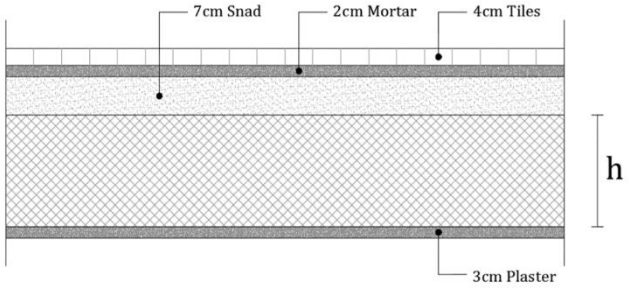


Figure :Section of The Landing

Factored Loads :

q u = 1.2*6.35+1.6*2 = 10.82 kN/m

The landing carries (dead load & live load of landing + support reaction resulted from the flight)

qu = 10.82 + Support reaction of flight = 10.82 + 40.7 = **51.5 kN/m**

→ **Analysis :**

d= 150-20-(12/2) = 124mm

Vumax= 77.3 – (51.5*0.124) = **70.9 kN**

Mu max = $\frac{51.5*3^2}{8}$ = **57.9 kN.m**

→ **Shear Force Design :**

d=124mm & Vu max=70.9 kN

$Ø \times Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 124 = 75.9kN > Vu\ max = 71\ kN$

∴No Shear Reinforcement is Required#

→ **Bending Moment Design : (Mu max = 57.9 kN.m)**

- m = 20.6
- kn = $\frac{57.9 * 10^6 / 0.9}{1000 * 124^2}$ = 4.2 MPa
- $\rho = \frac{1}{19.6} * (1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 4.2 * 20.6}{420}}) = 0.008$
- Asreq = $0.008 * 1000 * 124 = 992\ mm^2$
- As min = 0.0018 *1000*150 = 270 mm^2

∴ Select Ø14 /15cm with As = $\frac{\pi * 14^2}{4} * \frac{100}{15}$ = 1026 mm^2 > As req …. For Main Reinforcement

- Check Spacing :

  15cm > **S min** = 2.5 + 1.0 = **3.5 cm** or 2*(1.0)= **2.0 cm … ok**

  15cm < **S max** = 3 * 15 = **45 cm … ok**

- Check Strain:

  C = T

  0.85*fc'*a*b = As*fy

  0.85*24*a*1000 = 1026 *420

  a = 20.11 mm → X = a/β = 20.11/0.85 = 23.66 mm

  $\varepsilon_s = \frac{0.003 * 124}{23.66} - 0.003$

  ∴ **ε_s = 0.012 > 0.005 …. Ø = 0.9 (OK)**

The following figure shows section A-A of the stairs in which reinforcement detailing appears .

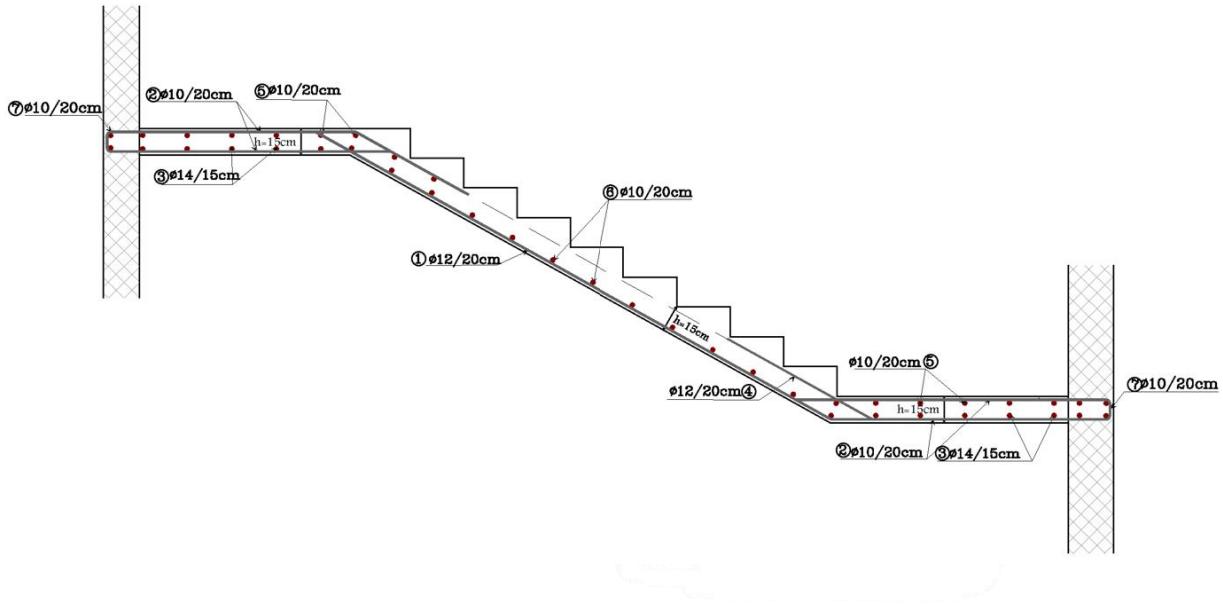


Figure Reinforcement Details of Stairs

5

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

5.1 النتائج.

5.2 التوصيات

5.3 المصادر والمراجع

5.1 النتائج

من خلال التجوال في هذا البحث، والتعرف على معطياته وجوانبه، تم الوصول إلى النتائج التالية: –

1. إن فهم المخططات المعمارية له دور كبير في إيجاد الحلول الإنشائية الملائمة لنوع الاستخدام في المبنى.
2. إن القدرة على الحل اليدوي ضرورية للمصمم الإنشائي للتأكيد على حل البرامج المحسوبة وفهم طريقة عملها.
3. التعرف على العناصر الإنشائية، وكيفية التعامل معها، ومع آلية عملها، وذلك ليتم تصميمها تصميما جيدا يحقق الأمان والقوة الإنشائية.

5.2التوصيات

1. يجب أن يكون هنالك تنسيق بين المصمم المعماري والإنشائي خلال عملية التصميم حتى ينتج مبنى متكاملاً إنشائياً ومعمارياً.
2. يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع بأقل تغييرات ممكنة.
3. ينصح بوجود مهندس مشرف للإشراف على التنفيذ وأن يلتزم بالمخططات والشروط لضمان التنفيذ الأفضل للمشروع.

5.3 المصادر والمراجع:

1. كودات البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، 1990 م.
2. ملاحظات الدكتور المشرف

3. Dr. Nasr Younis Abboushi - Reinforced Concrete ,2014
4. American Concrete Institute (A.C.I), Building code Requirement for structural concrete ACI(318-19).