

بسم الله الرحمن الرحيم



جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة المباني
مقدمة مشروع التخرج
التصميم الانشائي لـ " مستشفى " في مدينة الخليل
مقدم كإحدى متطلبات نيل درجة البكالوريوس في هندسة المباني

فريق العمل :

همام ماهر حلاله

محمد إبراهيم قراجة

مهاب عزمي حلاله

إشراف :

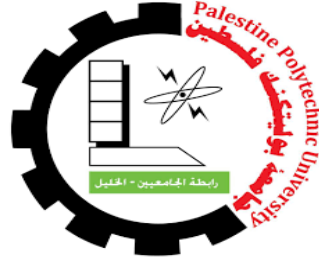
د. نافذ ناصرالدين

اب 2020

جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

هندسة المباني

الخليل - فلسطين



التصميم الانشائي لـ " مستشفى " في مدينة الخليل

فريق العمل :

همام ماهر حلاله

محمد إبراهيم قراجة

مهاب عزمي حلاله

بناء على نظام كلية الهندسة، و إشراف و متابعة المشرف المباشر على المشروع، و موافقة أعضاء اللجنة الممتحنة تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية و المعمارية و ذلك للوفاء بمتطلبات درجة البكالوريوس في الهندسة المدنية تخصص هندسة المباني .

توقيع مشرف المشروع

توقيع اللجنة الممتحنة

توقيع رئيس الدائرة

أب - 2020م

الإهداء

إلى من كد وتعب من أجلنا وذاق مرارة الحياة ليسقينا نعيمها إلى من علمنا بأن الصبر مفتاح حلما وسعادة تغطي على همونا
إلى من قال لنا بأن الصعب مهما كان يسهل بمناجاة ربنا

آبائنا أدام الله نورهم ..

إلى نبع الحنان وجمال الدنيا إلى ألمي ونور دربي إلى نسانم عطري إلى من بكت في سجودها وعانت كمد الحياة من أجلي إلى
من انحنت هامتها تعباً لترفعني إلى التي تحت أقدامها جنة ربي

أمهاتنا ..

إلى من هم سندي وعزوتي وطمأنينة قلبي إلى من هم عوني على نوائب دهري إلى من قال فيهم ربي (سنشد عضدك بأخيك)
هكذا أستعين بهم بعد ربي

إخواننا و أخواتنا ..

إلى من بهم واصلت حلمي وتسلمت على أبواب النجاح بعونهم شهاداتي إلى الذين علموني ورفعوا بعلمهم مكانتي، وبفضل
جهودهم قطفت ثمار تعبي

اساتذتنا الكرام ..

وإلى كل من أخذ ويأخذ بأيدينا إلى قمة المجد

نهدي هذا المشروع ..

فريق العمل .

شكر وتقدير

ليس هناك شكر وتقدير أعظم من الاعتراف بالجميل، وليس هناك مشكور أعظم من صاحب الفضل الذي لا ينقطع فضله ولا تنحصر نعمه، فحمدا لله حمدا لا ينتهي عند حد ولا ينقطع من أجل.

وفي هذا المقام لا يسعنا إلا أن نتقدم بجزيل شكرنا، وعظيم امتناننا وتقديرنا وعرfanنا، الى كل من ساهم في إنجاز مشروعنا هذا، متحدين معنا كل الصعاب فلهم جميعا الشكر والتقدير كله.

ونخص بشكرنا وتقديرنا الدكتور الفاضل نافذ ناصر الدين والموجه والمعلم، الذي لم يتوانى، ولم يتأخر عن تقديم ما آتاه الله من علم وحلم لنا، ونشكر طاقم دائرة الهندسية المدنية والمعمارية كل بمكانه الذين كرسوا وقتهم وجهدهم لمساعدتنا ومساعدة زملائنا طوال سنوات الدراسة.

كما نتقدم بشكرنا إلى زملائنا وزميلاتنا الأعراف الذين لولا وجودهم لما أحسننا بمتعة البحث، ولا حلاوة المنافسة الإيجابية.

وختام القول مسك، فالشكر كل الشكر إلى أبائنا وأمهاتنا وإخواننا الذين كان لهم الدور الأكبر في الوصول إلى ما وصلنا إليه، ولعلنا نوفيهم حقهم ببلوغنا رضاهم جميعا.

فريق العمل.

خلاصة المشروع التصميم الإنشائي لـ " مستشفى " في مدينة الخليل

يأتي التصميم الإنشائي للمشاريع بعد التصميم المعماري ، حيث يهتم بتصميم جميع العناصر الإنشائية للمبنى ، من عقود وجسور وأعمدة وأساسات وجدران وأدراج وإظهار تفصيلاتها ومخططاتها التنفيذية بأفضل جودة وأقل تكلفة اقتصادية ممكنة.

في هذا المشروع سنقوم بالتصميم الإنشائي لمستشفى يقع بين مدينة الخليل ويطا ، يقع هذا المبنى على أرض مساحتها (14) دونم ، وتصل مساحة الفندق المذكور الى (10.4) دونم ، حيث يتكون من 8 طوابق ، وهي ثلاث طوابق التسوية التي تحتوي على الكراجات ، والطابق الأرضي الذي يحتوي على مكاتب للأطباء ضافة الى الوحدات الصحية وصيدليات ، أما الطابق الأول يحتوي على غرف للمرضى وكافتيريا و مختبرات بالإضافة الى الوحدات صحية ، أما عن الطوابق الثاني والثالث والرابع تحتوي على غرف للمرضى إضافة الى الوحدات الصحية .

يتميز المبنى باحتوائه على تراجعات معمارية في المساحة الطابقية، ويحتوي المبنى على الممرات التي تكفل التنقل الأفقي في نفس المستوى، كما تحتوي على ثلاثة مصاعد كهربائية بالإضافة الى الأدراج المسؤولة عن الحركة العمودية في المبنى.

ACI سيتخلل المشروع دراسة إنشائية كاملة لتحديد النظام الإنشائي وتحليل القوى الرأسية والأفقية وتوزيعها على العناصر الإنشائية وتحليل هذه العناصر ثم تصميمها حسب الكود الأمريكي (ACI 318-11)

سيتم التطرق الى التصميم المقاوم للزلازل نظرا لأهمية المبنى وارتفاعه وكبر حجمه. ومن الجدير ذكره بأنه سيتم استخدام الكود الأردني في حساب الأحمال الواقعة على العناصر الإنشائية، أما عن التحليل والتصميم الإنشائي سيتم الرجوع الى الكود (ACI 318-11 الأمريكي).

سيتم استخدام بعض من البرامج الإنشائية لإتمام هذا العمل مثل

(ETABS, SAFE, ARIR, SP COLUMN, Microsoft office)

إضافة الى الحل اليدوي لبعض العناصر الإنشائية، وهناك عرض تقديمي في نهاية المشروع باذن الله.

والله ولي التوفيق .

Abstract

Structural Design for hospital In Hebron

The structural design of the projects comes after the architectural design, where it is concerned with the design of all the structural elements of the building, from slabs, beams, columns, foundations, walls and stairs and showing their details and structural plans with the best quality and the lowest economic cost possible.

In this project, we will design the hospital for construction located between the city of Hebron and Yatta, this building is located on a land area of (14) acres, and the area of the aforementioned hotel reaches (10.4) acres, where it consists of 8 floors, which are three basement floors that contain garages, And the ground floor contains offices for doctors in addition to health units and pharmacies, while the first floor contains rooms for patients and a cafeteria and labs in addition to health units, while for the second, third and fourth floors contain rooms for patients in addition to health units

The building is characterized by containing architectural retreats in the floor area, and the building contains corridors that ensure horizontal movement at the same level, and contains three electric lifts in addition to the stairs responsible for vertical movement in the building.

The project will include a complete structural study to define the structural system and analyze the vertical and horizontal forces and distribute them over the structural elements, and analyze these elements and then design them according to the American code ((ACI 318-11)

The earthquake resistant design will be addressed due to the importance of the building, its height and its large size. It is worth mentioning that the Jordanian code will be used in calculating the loads on the structural elements, but for the structural analysis and design, reference will be the American code (ACI 318-11).

Some of the construction programs will be used to complete this work, such as

ETABS, SAFE, ARIR, SP COLUMN, Microsoft office

In addition to the manual solution for some structural elements, there is a presentation at the end of the project

God willing

المحتويات

الإهداء.....	I
وتقدير شكر.....	II
خلاصة المشروع.....	III
Abstract.....	IV
List of Abbreviations	IX
الفصل الأول : مقدمة عامة.....	12
: المقدمة (1-1).....	13
: نظرة عامة (2-1).....	13
: أسباب اختيار هذا المشروع (3-1).....	13
: اهداف المشروع (4-1).....	13
: مشكلة المشروع (5-1)	14
: نطاق المشروع (6-1).....	14
: المسلمات (7-1)	14
: فصول المشروع (8-1).....	14
: خطوات المشروع (9-1)	15
: الجدول الزمني للمشروع (10-1).....	15
الفصل الثاني: الوصف المعماري.....	16
1- مقدمة :2.....	17
2-2 لمحة عامة عن المشروع :.....	17
3-2 موقع المشروع:.....	17
: أهمية الموقع (1-3-2).....	18
(2-3-2) حركة الشمس و الرياح	18
(3-3-2) الرطوبة	18
4-2 التعديلات التي اجريت على المخططات	19
5-2 وصف طوابق المشروع.....	19
: طابق التسوية الثالث (1-5-2)	20
: طابق التسوية الثاني (2-5-2)	21
: الطابق التسوية الاول (3-5-2)	22
: الطابق الأرضي (4-5-2)	23
: الطابق الاول (5-5-2)	24

: (6-5-2) الطابق الثاني (الثالث و الرابع مكرر) :	25
الواجهات : (6-2).....	26
: (1-6-2) الواجهة الغربية :	26
-: (2-6-2) الواجهة الشمالية :	27
: (3-6-2) الواجهة الشرقية :	28
: (3-6-2) الواجهة الجنوبية:	29
: (7-2) وصف الحركة :	30
: (8-2) المداخل :	30
الفصل الثالث: الوصف الإنشائي.....	30
: (1-3) المقدمة :	30
: (2-3) أهداف التصميم الإنشائي :	31
: (3-3) الدراسات التحليلية و النظرية :	31
: (4-3) الاختبارات العملية :	31
: (5-3) الأحمال :	31
: (1-5-3) الاحمال الرئيسية (المباشرة) :	32
: (2-5-3) الاحمال الثانوية (الغير مباشرة) :	32
: (6-3) العناصر الإنشائية:	34
: (7-3) البرامج الحاسوبية المستخدمة :	41
Chapter Four: Structural Analysis And Design	42
4-1 : Introduction	43
4-2 Design method and requirements:	44
4-3 Check of Minimum Thickness of Structural Member:	46
4-4 Design of Topping:	47
4.4 Design of One Way Rib Slab (G.R7) :	49
✓ 4.4.3 Shear Design for (G.B1):-	9

فهرس الصور والأشكال :

رقم الصفحة	الوصف	رقم الشكل
15	الجدول الزمني	1-1
20	المسقط الافقي لطابق التسوية الثالث	1-2
21	المسقط الافقي لطابق التسوية الثاني	2-2
22	المسقط الافقي لطابق التسوية الاول	3-2
23	المسقط الافقي لطابق التسوية الارضي	4-2
24	المسقط الافقي للطابق الاول	5-2
25		6-2
26		7-2
27	الواجهة الشمالية	8-2
28	الواجهة الشرقية	9-2
29	الواجهة الجنوبية	10-2
35	توضيح العناصر الانشائية في المباني	1-3
35	عقدة مصمتة في اتجاه واحد	2-3
36	عقدة مصمتة في اتجاهين	3-3
36	عقدة flat plate	4-3
37	عقدة مفرغة في اتجاه واحد	5-3
37	عقدة مفرغة في اتجاهين	6-3
38	الجسور	7-3
38	الاعمدة	8-3
39	اساس مفرد	9-3
39	اساس شريطي	10-3
40	جدار قص	11-3
40	Retining wall	12-3
40	Basement wall	13-3
41	تفصيلة الدرج	14-3
47	Load calculation of topping	1-4
49	One way rib slabs	2-4
50	One way rib slabs plan	3-4
52	Shear and moment envelop diagram of rib 7	4-4
57	Beam 1	5-4
58	Statically system and loads distribution of beam 1	6-4
59	Shear and moment envelop diagram of beam 1	7-4

فهرس الجداول :

رقم الصفحة	الوصف	رقم الشكل
32	المواد المستخدمة	1-3
33	الاحمال الحية	2-3
34	احمال الثلوج اعتمادا على ارتفاع المنشأ	3-3
41	طول فاصل التمدد بناء على درجات الحرارة	4-3
45	Values of under strength factors related to strength condition	1-4
46	Minimum thickness of slab	2-4
47		3-4
50		4-4

List of Abbreviations

1. **a** = depth of compressive stress .
2. **A_c** = area of concrete section resisting shear transfer.
3. **A_s** = area of non-prestressed tension reinforcement.
4. **A_{s'}** = area of non-prestressed compression reinforcement.
5. **A_g** = gross area of section.
6. **A_v** = area of shear reinforcement within a distance (S).
7. **A_t** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
8. **b** = width of compression face of member.
9. **b_o** = perimeter.
10. **b_w** = web width, or diameter of circular section.
11. **C** = resultant compression force in concrete .
12. **c** = concrete cover .
13. **C_c** = compression resultant of concrete section.
14. **C_s** = compression resultant of compression steel.
15. **DL** = dead loads.
16. **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.

17. **E_c** = modulus of elasticity of concrete.
18. **E_s** = modulus of elasticity of steel.
19. **f_c'** = compression strength of concrete .
20. **f_y** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
21. **h** = overall thickness of member.
22. **L_n** = length of clear span in long direction of two- way construction.
- measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases.
23. **LL** = live loads.
24. **L_w** = length of wall.
25. **M** = bending moment.
26. **M_u** = factored moment at section.
27. **M_n** = nominal moment.
28. **P_n** = nominal axial load.
29. **P_u** = factored axial load.
30. **S** = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.
31. **T** = resultant tension force in steel .
32. **V_c** = nominal shear strength provided by concrete.
33. **V_n** = nominal shear stress.
34. **V_s** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.

35. V_u = factored shear force at section.
36. W_c = weight of concrete.
37. W = width of beam or rib.
38. W_u = factored load per unit area.
39. Φ = strength reduction factor.
40. ρ = ratio of steel area.
41. ϵ_c = compression strain of concrete = 0.003.
42. ϵ_s = strain of tension steel.
43. ϵ'_s = strain of compression steel.

الفصل الأول : مقدمة عامة

- 1-1 المقدمة.
- 2-1 نظرة عامة.
- 3-1 أسباب اختيار هذا المشروع.
- 4-1 اهداف المشروع.
- 5-1 مشكلة المشروع.
- 6-1 نطاق المشروع.
- 7-1 المسلمات.
- 8-1 فصول المشروع.
- 9-1 خطوات المشروع.
- 10-1 الجدول الزمني للمشروع.

(1-1) المقدمة :

لقد مرت حياة الإنسان بالكثير من التطورات و التغييرات فقد كانت بدايته بالعيش بعشوائية بدون وجود مكان محدد لتلقي العلاج او الحصول على الرعاية الصحية ثم بدأ بعمل مراكز صغيرة واستمر في التطور حتى وصل لبناء مستشفيات ومجمعات طبية كاملة وشامله لجميع ما يحتاجه الانسان من رعاية صحية .

وفي وقتنا الحالي زاد الطلب وأصبح من الضروري بناء مستشفيات جديدة خصوصا في ظرفنا الحالي من تفشي الأوبئة التي زادت من الضغط على المشافي الحاليه وتحديدا في مدينة الخليل

(2-1) نظرة عامة :

المشروع عبارة عن مستشفى مقترح إنشاؤه على قطعة أرض مساحتها 14000 م² في مدينة الخليل، يتكون المشروع من 8 طوابق ، و تبلغ مساحة المبنى الكلية حوالي 10400 م²، و نظرا لأهمية الجمال العمراني في الوقت الحاضر فهو أيضا يتميز بجماله من الناحية المعمارية، و من خلال هذا العمل سوف نقوم بعمل التصميم الإنشائي الذي يحقق عاملي الأمان و الاقتصادية مع المحافظة على التصميم المعماري قدر الإمكان.

و يشمل هذا الجزء من المشروع على القيام بتوزيع الاعمدة بالشكل المناسب و تحديد نوع العقدات المراد استخدامها و حساب الاحمال حسب الكود الأردني، و في النهاية القيام بتصميم جزء من المبنى انشائياً على اساس الكود الامريكي (ACI CODE 318)، على أن يتم اكمال التصميم الانشائي لهذا المشروع لاحقاً، ليصبح لدينا مشروع كامل معمارياً وانشائياً .

(3-1) أسباب اختيار هذا المشروع :

اختيارنا لهذا المشروع يعود الى العديد من الأسباب منها :

1. اكتساب خبرة عملية في التصميم الإنشائي لمبنى مكون من عدة طبقات.
2. العمل على تطوير المفاهيم الخاصة بنا في ما يتعلق في البناء و عناصر الانشاء.
3. كثرة الحاجة الى المستشفيات حول العالم لكثرة الاوبئة.
4. توفير مستشفى تتوفر به كافة وسائل العلاج و الرعاية الصحية.

(4-1) اهداف المشروع :

نامل في نهاية هذا المشروع ان نكون قد حققنا بعضا من هذه الأهداف:

1. تطبيق ما تم دراسته في المواد النظرية الخاصة بالهندسة المدنية بالشكل المناسب و الصحيح.
2. عمل تصميم إنشائي مناسب، مع المحافظة على عوامل الأمان والاقتصادية والشكل المعماري للمشروع.
3. القدرة على دراسة أي مشروع من ناحية معمارية ، واختيار النظام الإنشائي الذي يناسب الجزء المعماري الخاص بالمشروع.
4. العمل على توزيع الاعمدة بالشكل المناسب ، بحيث لا يتسبب بخلل في التصميم المعماري.
5. التعرف على الكود الأردني وتطبيقه في حساب الأحمال وتطبيق الكود الأمريكي في التصميم الإنشائي ACI-318-2011 .
6. تطبيق التصميم اليدوي والتصميم عن طريق البرامج .
7. الحصول على مشروع كامل سواء من ناحية معمارية أو إنشائية.

(5-1) مشكلة المشروع :

تكمن مشكلة هذا المشروع بإنشاء مستشفى متكامل من ناحية معمارية و إنشائية، و يكمن عملنا في إيجاد الحلول الإنشائية المناسبة، بحيث يتم دراسة النظام الإنشائي الذي سيتم إتباعه في هذا المشروع، ودراسة الأحمال التي من الممكن ان يتعرض لها المبنى، ثم تصميم جميع العناصر الإنشائية التي لها القدرة على مقاومة هذه الأحمال من العتدات وحتى الأساسات ، بحيث يكون التصميم الإنشائي محققاً لهدفين أساسيين و هما الأمان و الإقتصادية، و من ثم عمل المخططات التنفيذية ، ليصبح هذا المشروع جاهزاً للتنفيذ على ارض الواقع.

(6-1) نطاق المشروع :

سوف يقتصر عملنا في هذا المشروع على إعداد المخططات الإنشائية الهندسية المطلوبة عن طريق دراسة المشروع من ناحية معمارية و اجراء التعديلات المعمارية اللازمة ان وجدت في حال تعذرت الحلول الإنشائية الممكنة، ودراسة العناصر الإنشائية المكونة للمستشفى، و عمل تحليل كامل لها و دراسة الاحمال التي قد تتعرض لها، و عمل التصميم الإنشائي لكافة هذه العناصر في الفندق، مع الإستعانة ببعض البرامج الخاصة بالتصميم و ذلك للتأكد من صحة التصميم الذي قمنا به، ثم انجاز المخططات التنفيذية لجميع العناصر الإنشائية ، وفي النهاية مناقشة هذا المشروع للحصول على التقييم و النصائح ، حيث سيتم العمل على هذا من خلال مقدمة مشروع التخرج ومشروع التخرج .

(7-1) المسلمات :

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-11).
2. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي (Ater , Etabs , safe , SP column)
3. برامج أخرى مثل Microsoft office.

(8-1) فصول المشروع :

يحتوي هذا المشروع على أربعة فصول وهي:

الفصل الأول : مقدمة عن المشروع، اشتملت على مشكلة المشروع، أسباب اختيار المشروع، أهدافه، والخطوات المتبعة لعمل المشروع.

الفصل الثاني : الوصف المعماري للمشروع ؛ من حيث الموقع، المساحة ، وصف الواجهات والطوابق ... الخ .

الفصل الثالث : الوصف الإنشائي لعناصر المشروع .

الفصل الرابع : التحليل و التصميم للعناصر الإنشائية للمشروع .

(9-1) خطوات المشروع :

1. دراسة المخططات المعمارية والتأكد من صحتها و إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.
2. دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه بحيث لا تتعارض مع التصميم المعماري الموضوع وتحقيق الجانب الاقتصادي للمشروع و عامل الأمان.
3. تحليل العناصر الإنشائية.
4. تصميم العناصر الإنشائية ، من خلال تحديد ابعاد المقاطع للعناصر الإنشائية ، و تحديد التسليح بداخلها .
5. التصميم باستخدام برامج التصميم الإنشائي المختلفة .
6. تحضير المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ، لإخراج المشروع للتنفيذ .

(10-1) الجدول الزمني للمشروع :

الاسابيع / المهام	1	2	3	4	5	6	7	8
اختيار المشروع								
دراسة المخططات المعمارية								
توزيع الاعمدة								
دراسة المبنى انشائيا								
التحليل الانشائي								
التصميم الانشائي								
اعداد المخططات								
كتابة المشروع								
عرض المشروع								

شكل 1-1 : الجدول الزمني

الفصل الثاني: الوصف المعماري

1-2 مقدمة .

2-2 لمحة عامة عن المشروع .

3-2 موقع المشروع.

4-2 التعديلات التي اجريت على المخططات

5-2 وصف طوابق المشروع.

6-2 الواجهات .

7-2 وصف الحركة و المداخل.

2-1 مقدمة :

تعتبر العمارة أم العلوم الهندسية، وهي ليست وليدة هذا العصر؛ بل هي منذ أن خلق الله تعالى الإنسان الذي أطلق العنان لمواهبه و خواطره، فانتقل بهذه المواهب من حياة الكهوف إلى أفضل صورة من صور الرفاهية، مستغلاً ما وهبه الله من جمال لهذه الطبيعة الخلابة.

وبهذا أصبحت العمارة فن وموهبة وأفكار، تستمد وقودها مما وهبه الله للمعماري من مواهب الجمال. وإذا كان لكل فن أو علم ضوابط وحدود يقف عندها فإن العمارة لا تخضع لأي حد أو قيد، فهي تتأرجح ما بين الخيال والواقع؛ والنتيجة قد تكون أبنية متناهية البساطة والصرامة تثير فينا بعض الفضول رغم أنها قد تخبيئ لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها ونفاعل مع تفاصيلها.

وقد يبدو المبنى بسيطاً من الخارج، وكأنه مفكك إلى عدة قطع ضخمة دون الشعور بالاتصال بين هذه القطع؛ مع أنها في حقيقة الأمر متصلة ومترابطة عبر عدة فراغات وجسور. وقد يعتمد المبنى في تركيبته الهندسية اعتماداً كلياً على شكل هندسي منتظم كوحدة متكررة في كل أجزاء المبنى، وإن كانت أحياناً تحرف وتقطع لتخرج بتركيبة بصرية لا توحى بارتباطها بالشكل المنتظم.

إن عملية التصميم لأي منشأ أو مبنى تتم عبر عدة مراحل حتى يتم إنجازه على أكمل وجه، تبدأ أولاً بمرحلة التصميم المعماري حيث يتم في هذه المرحلة تحديد شكل المنشأ ويؤخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة التي من أجلها سيتم إنشاء هذا المبنى، حيث يجري توزيع أولي لمراقفه، بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع الأعمدة والمحاور، وتتم في هذه العملية أيضاً دراسة الإنارة والتهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

وبعد الانتهاء من مرحلة التصميم المعماري وإخراجها بصورتها النهائية تبدأ عملية التصميم الإنشائي التي تهدف إلى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وخصائصها اعتماداً على الأحمال المختلفة الواقعة عليها والتي يتم نقلها عبر هذه العناصر إلى الأساسات ومن ثم إلى التربة.

2-2 لمحة عامة عن المشروع :

المستشفى مؤسسة للرعاية الصحية توفر العلاج للمرضى من قبل طاقم طبي وتمريض متخصص ومعدات طبية وأفضل أنواع المستشفيات المعروفة هو المستشفى العام، الذي يوجد به عادة قسم للطوارئ لمعالجة المشاكل الصحية العاجلة التي تتراوح بين ضحايا الحريق والحوادث إلى النوبة القلبية. وتتبع أهمية هذا المشروع لمدينة الخليل بالتحديد نظراً لموقعها المميز التي تعتبر حلقة وصل بين عدد من قرى الخليل .

2-3 موقع المشروع:

لتصميم أي مشروع فإنه ينبغي دراسة الموقع المراد تشييد المبنى فيه بعناية فائقة سواء تعلق ذلك بالموقع الجغرافي أم بتأثير القوى المناخية السائدة في المنطقة. بحيث تصان العناصر القائمة و علاقاتها بالتصميم المقترح في تآلف وتناغم لتحقيق التصميم الأمثل. فلذلك يجب إعطاء فكرة عامة عن عناصر الموقع، من توضيح لمقاسات الأرض المقترحة للبناء، علاقة الموقع بالشوارع والخدمات المحيطة، ارتفاع المباني المحيطة، واتجاه الرياح السائدة والضجيج ومسار الشمس. الموقع المقترح للمشروع هو جزء من ارض بالقرب من منطقة يطا ،جنوب مدينة الخليل جنوب الضفة الغربية، ترتفع قطعة الأرض حوالي 800 م عن سطح البحر .

(1-3-2) أهمية الموقع :

الشروط العامة لاختيار الموقع:

إن عملية اختيار ارض لإقامة مستشفى لا تقيم بشكل أساسي لتوفر قطعه الأرض بل تقيم على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضيف على خدمات المشروع وأجزائه صبغه التكاملي والتوافق مع النسيج الحضري العام . وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار ارض لمستشفى:

1. جغرافيه 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 . وكيفيه تأثير هذه المباني على قطعه الأرض وتأثيرها على المبنى المراد إنشاؤه ، ونوعية مواد البناء المستخدمة في المباني المحيطة وارتفاعاتها إن وجدت.

(2-3-2) حركة الشمس و الرياح

تتعرض مدينة الخليل إلى رياح شمالية غربية وهي رياح باردة جدا وجافة ، وإليها يعود انخفاض الحرارة في المناطق المرتفعة، كما تتعرض إلى الرياح الجنوبية الغربية وهي رياح محملة بالأمطار والرطوبة . ونظرا لموقعها الجغرافي فإن الرياح الغربية تهب عليها وتصطدم بتيارات دافئة ، وتلتقي تلك القادمة من الشرق بالرياح القادمة من الغرب فتقلل من رطوبتها وتجعلها أكثر انسجاما ، إذ تجعل الهواء معتدال جافا، كما تهب على المدينة رياح جافة كرياح الخماسين في أواخر فصل الربيع.

إن دراسة حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فالشمس طاقة مرغوب فيها، وتوجيه المبنى تجاه الشمس مع حمايته من السطوع الواقع عليه من المنطقة الغربية هي وسيلة ناجحة في الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية في أيام البرد، والتقليل من كمية الطاقة المستهلكة للدفئة، وللرياح تأثير كبير على المباني، فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى، وبالتالي على الهيكل الإنشائي له فيجب مراعاة تأثير الرياح والشمس على المبنى ليتم تصميمه بشكل يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية.

(3-3-2) الرطوبة

مناخ الخليل يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً، ومناخ الخليل رغم صغرها يتباين تبعاً للتضاريس والمساحات المائية المجاورة والبعد عن الصحراء، أما فيما يتعلق بالأمطار فإن معدلات التساقط متفاوتة تبعاً لتضاريس المنطقة الجغرافية والتي تعتبر جزء من محافظة الخليل حيث إن الأمطار في الخليل تتراوح ما بين (400-600ملم) سنوياً.

2-4 التعديلات التي أجريت على المخططات

ارتكز التعديل المعماري للمخططات المعمارية على أساس مواقع الأعمدة الصحيحة بما يوافق الاتزان الإنشائي مع المحافظة على الشكل و المظهر المعماري . فكان التغيير يشمل بعض التوزيعات الداخلية للفراغات وتعديل المخططات بحيث لا تتعارض مع التصميم الإنشائي .

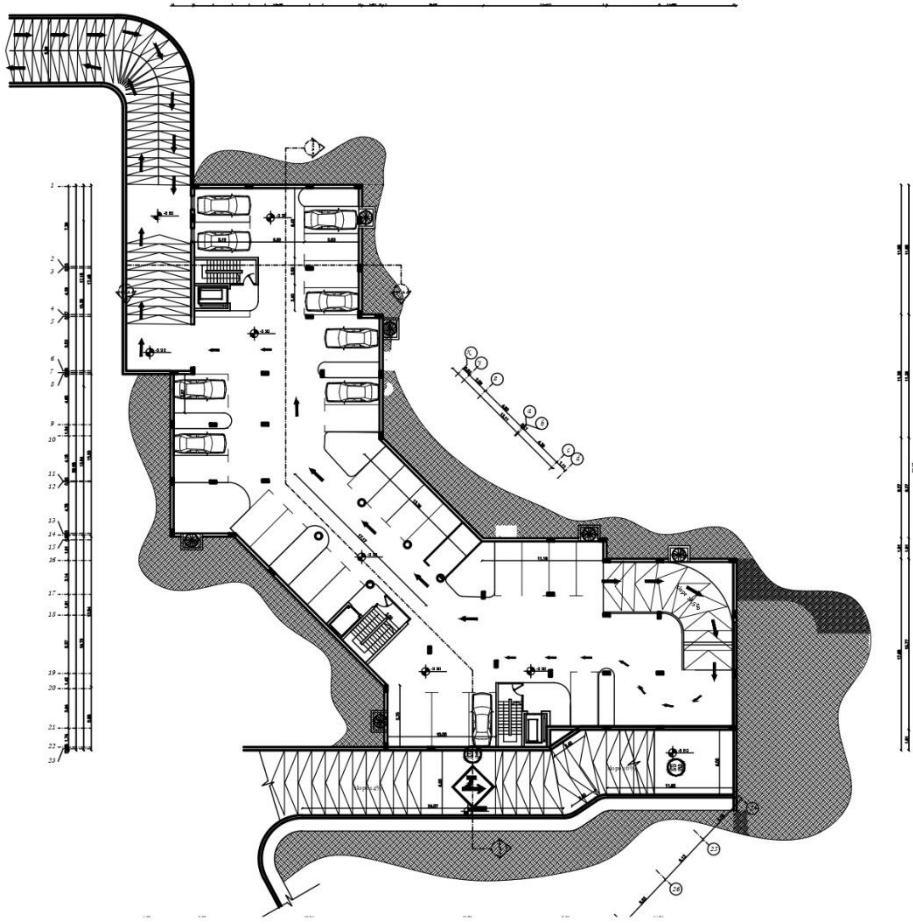
2-5 وصف طوابق المشروع

يتكون المشروع من ثمانية طوابق ذات تنوع خدماتي ، التوزيع المعماري لهذا المبنى كان على النحو التالي: ثلاث طوابق التسوية الثالث والثاني التي تحتوي على الكراجات والأول يحتوي على المطبخ وغرف الغسيل ، والطابق الأرضي الذي يحتوي على مكاتب للأطباء إضافة الى الوحدات الصحية و صيدليات ، أما الطابق الأول يحتوي على غرف للمرضى و كافتيريا و مختبرات بالإضافة الى الوحدات صحية ، أما عن الطوابق الثاني والثالث والرابع تحتوي على غرف للمرضى إضافة الى الوحدات الصحية .

(1-5-2) طابق التسوية الثالث :

(منسوب -10.5) مساحته حوالي 1302 م².

يحتوي طابق التسوية الثالث على مواقف للسيارات ويوجد فيه المنطقة الخدمائية للكهرباء . كما يظهر في الشكل (1-2)

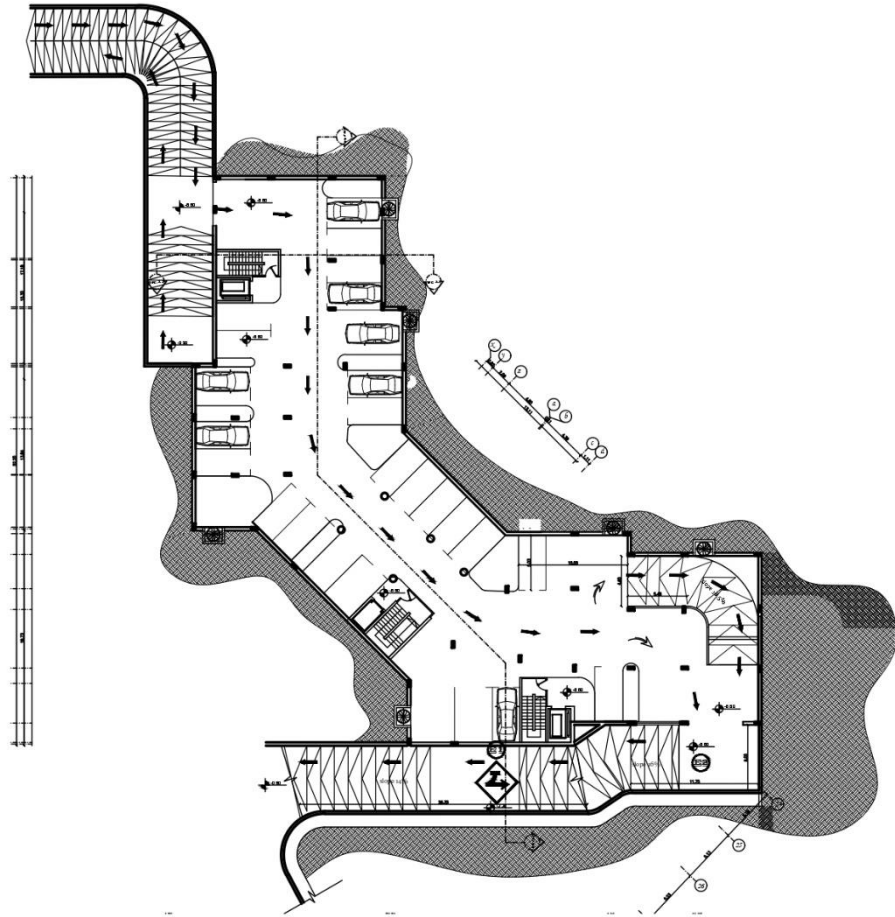


شكل (1-2): المسقط الافقي لطابق التسوية الثالث

(2-5-2) طابق التسوية الثاني :

(منسوب -7.00) مساحته حوالي 1302 م².

يحتوي طابق التسوية الثاني على مواقف للسيارات . كما يظهر في الشكل (2-2)



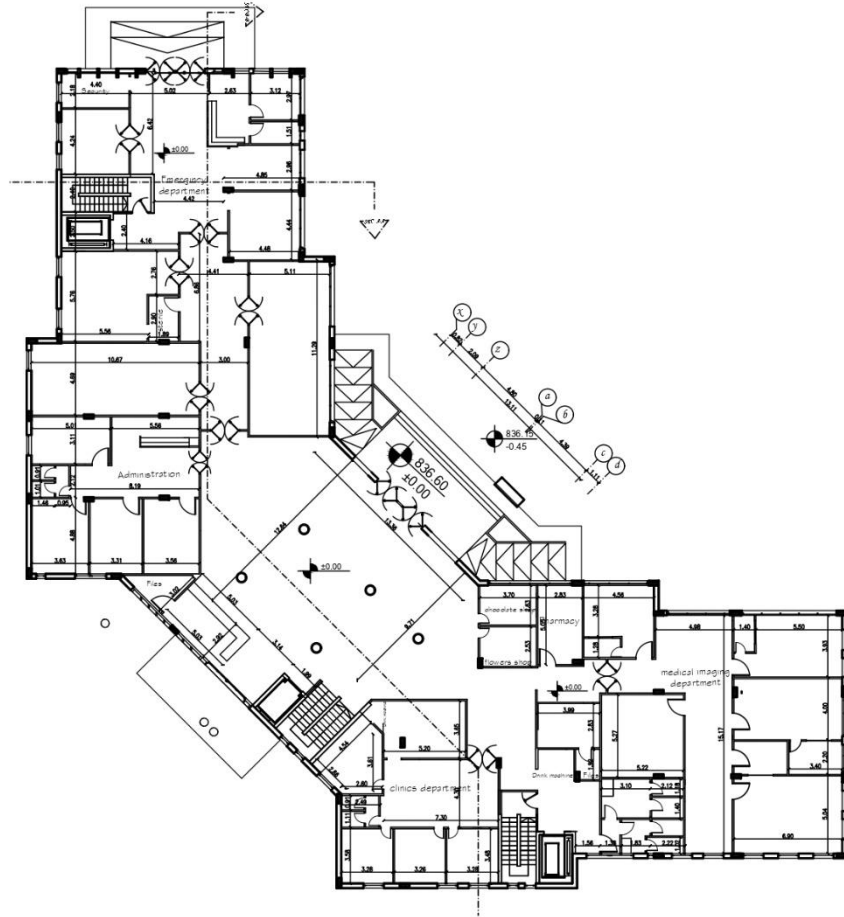
شكل (2-2) : المسقط الافقي لطابق التسوية الثاني

(4-5-2) الطابق الأرضي :

(منسوب +0.00) مساحته حوالي 1302 م².

يحتوي الطابق الاول على مكاتب للأطباء وصيديات و وحدات صحية .

كما يظهر في الشكل (4-2)



شكل (4-2) : المسقط الافقي للطابق الارضي

(5-5-2) الطابق الاول :

(منسوب 4.00) مساحته حوالي 1302 م².

يحتوي الطابق الأول على غرف للمرضى وكافيتيريا ومختبرات بالإضافة للوحدات الصحية.

كما يظهر في الشكل (5-2)



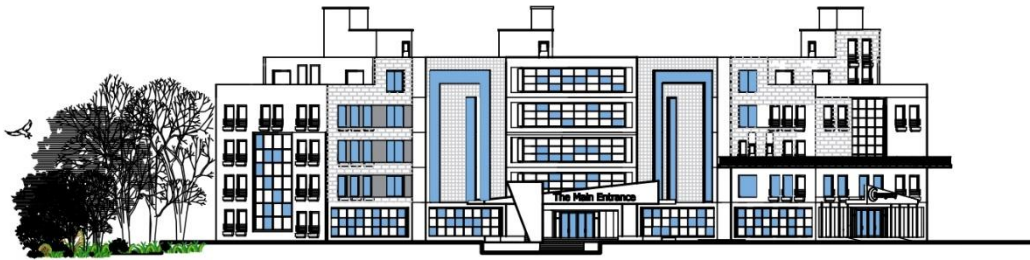
شكل (5-2) : المسقط الافقي للطابق الاول

(6-2) الواجهات :

(1-6-2) الواجهة الغربية :

وفي هذه الواجهة يظهر مداخل المبنى الرئيسية المدخل الغربي.

كما يظهر بالشكل التالي

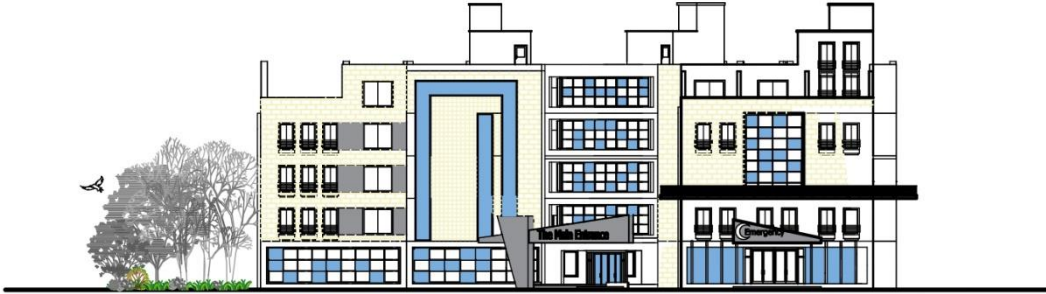


الشكل (7-2) : الواجهة الغربية

(2-6-2) الواجهة الشمالية :

وفي هذه الواجهة يظهر مدخل المبنى الرئيسي المدخل الشماليه .

كما يظهر بالشكل التالي



الشكل (8-2) : الواجهة الشماليه

(3-6-2) الواجهة الشرقية :

وفي هذه الواجهة يظهر مناسب المبنى المختلفة والجمال المعماري للمنحنيات .

كما يظهر بالشكل التالي



الشكل (9-2) : الواجهة الشرقية

(3-6-2) الواجهة الجنوبية:

وفي هذه الواجهة يظهر المبنى من الجهة الجنوبية وجزء من طابق التسوية



الشكل (10-2) : الواجهة الجنوبية

(7-2) وصف الحركة :

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال المصاعد الموزعة على كافة أجزاء المبنى .

(8-2) المداخل :

تحتوي ارض المشروع على مدخل واحد شمالي للمركبات حيث ان المدخل من الشارع الرئيسي .

الفصل الثالث: الوصف الإنشائي

1-3 المقدمة.

2-3 أهداف التصميم الإنشائي.

3-3 الدراسات التحليلية و النظرية.

4-3 الاختبارات العملية.

5-3 الأحمال :

- أحمال ميتة.
- أحمال حية.
- أحمال بيئية.

6-3 العناصر الإنشائية :

- العقدات المصمتة (Solid Slabs).
- الجسور (Beams).
- الأعمدة (Columns).
- الأساسات (Foundations).
- جدران القص (shear wall).
- الجدران الاستنادية (Retaining Walls).
- الجدران الحاملة (bearing Walls).
- الأدراج (Stairs).
- فواصل التمدد (expansion joint).

7-3 فواصل التمدد.

8-3 برامج الحاسوب.

(1-3) المقدمة :

إن أي مشروع إنشائي يبدأ بتصميم معماري ينفذه مهندس العمارة، وبعد ذلك تبدأ رحلة المهندس الإنشائي، إذ يقوم بتصميم المشروع من الناحية الإنشائية، فيهتم بكامل التفاصيل تحقيقاً للأمان والسلامة، محاولاً تحقيق أقل تكلفة اقتصادية دون المساس بأمن المشروع.

يقوم المهندس الإنشائي إضافة إلى ما سبق بمحاولة تلبية رغبات مهندس العمارة في تصميماته، وأيضاً اختيار المواد المتوفرة في السوق، والأكثر ملائمة، وهنا وفي هذا الفصل لا بد من دراسة المشروع إنشائياً، فسيتم الحديث عن العناصر الإنشائية، ووصفها وصفاً كاملاً.

(2-3) أهداف التصميم الإنشائي :

يتم تصميم أي مشروع إنشائي، بحيث يجب تحقيق مجموعة من الأهداف :

- 1- الأمان (Safety) : بحيث يتم الحصول على مبنى آمن، ومقاوم لجميع أنواع الأحمال التي يتعرض لها، وأيضاً مقاوم للتغيرات الطبيعية من حوله.
- 2- تكلفة الاقتصادية (Economical) : حيث يتم تحقيق أقل تكلفة لأعلى مستوى من الأمان، وذلك من خلال استخدام العناصر والمواد كل في مكانه الصحيح، وبالكميات المناسبة دون أي زيادة أو نقصان.
- 3- ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability) : وذلك بتجنب أي خلل في المبنى، مثل : التشققات وبعض أنواع الهبوط التي من شأنها تشويه المبنى معمارياً، إضعافه إنشائياً، وإزعاج مستخدميه.
- 4- الحفاظ على التصميم المعماري المنشأ.

(3-3) الدراسات التحليلية و النظرية :

قبل البدء بالتصميم يجب القيام بعمل دراسات أولية للمشروع المراد إنشاؤه، حيث يجب عمل تحليل كامل للمشروع لمعرفة حجمه، و ما يحتاجه من مواد إنشائية، و ما نستطيع وضعه من أنظمة إنشائية، و ما قد يتعرض له من أحمال و مخاطر في المستقبل و ذلك لضمان نجاح عملية التصميم لاحقاً، و بالتالي الحصول على مبنى آمن و يتحمل كل الظروف و الأحمال. لنبدأ بعدها بالتصميم الإنشائي لكل العناصر الإنشائية وفق ما تم اختياره في مرحلة دراسة المشروع إنشائياً.

(4-3) الاختبارات العملية :

قبل البدء بالدراسات الإنشائية لأي مبنى، يجب عمل الدراسات الجيوتقنية لموقع البناء، ونعني بالدراسات الجيوتقنية جميع أعمال استكشاف الموقع و دراسة التربة و الصخور و المياه الجوفية، و تحليل المعلومات و ترجمتها للتنبؤ بتصرف التربة عند البناء عليها مع مرور الزمن، و من أكثر الدراسات أهمية هي دراسة قوة تحمل التربة (Bearing Capacity) اللازمة لتصميم أساسات المبنى.

(5-3) الأحمال :

الأحمال هي عبارة عن القوى التي يتعرض لها المنشأ، حيث يتم تصميم المنشأ لإعطاءه القدرة على تحمل هذه الأحمال الواقعة عليه و عدم انهياره. فأهم مبدأ يتم اتخاذه أثناء التصميم هو أن تكون القدرة التصميمية للمبنى أكبر من الحمل الذي تتعرض له لضمان توفير الأمان و السلامة لمستخدمي هذا المنشأ.

و هناك العديد من الأحمال التي من المهم جدا دراستها و تقدير كميتها في عملية التصميم الإنشائي و هذه الأحمال تقسم الى قسمين رئيسيين :

(1-5-3) الاحمال الرئيسية (المباشرة) :

1. أحمال ميتة.
2. أحمال حية.
3. أحمال بيئية.

(2-5-3) الاحمال الثانوية (الغير مباشرة) :

وهي الأحمال التي تنتج عن عدة عوامل :

- الإنكماش للخرسانة نتيجة حدوث الجفاف.
- التمدد الناتج من التأثير الحراري.
- حدوث الزحف للتربة.
- حدوث هبوط للأساسات.

الاحمال الميتة :

هي عبارة عن الأحمال التي نستطيع القول بأن لها تأثير دائم على المبنى، و هذه الأحمال تكون نتيجة الوزن الذاتي للمبنى بفعل العناصر الإنشائية المستخدمة و نتيجة لبعض العناصر التي يتم وضعها فوق المبنى بشكل دائم و هذه الأحمال ثابتة من حيث المقدار و الموقع. و نستطيع معرفة مقدار و كمية هذه الأحمال بواسطة معرفة أبعاد و كثافات المواد المستخدمة في العناصر الإنشائية، و تعتبر هذه مهمة المهندس الإنشائي الذي يجب عليه أن يعيها الكثير من الاهتمام و الدقة.

كثافات المواد التي سيتم استخدامها في هذا العمل هي :

الرقم	المادة	كثافة المادة (KN/m ³)
1	الرمل	17
2	القضارة و المونة	22
3	طوب خرساني مفرغ بسماكة 240mm	10
4	القواطع من الطوب بسبك 100 mm	2.38
5	جدران مسلحة بسبك 200mm	5.68
6	البلاط	23

جدول (1-3) : كثافات المواد المستخدمة

1. الاحمال الحية :

و هي عبارة عن أحمال متغيرة سواء من حيث الموقع أو من حيث مقدارها و كميتها، و تعتمد قيمة هذه الأحمال على نوع المبنى و الهدف من استخدامه، و تتضمن هذه الأحمال أوزان الأشخاص، الأثاث، المعدمات، السيارات و غيرها الكثير، و يمكن تقسيم هذه الأحمال الى :

- الأحمال الديناميكية : و هي عبارة عن الأحمال التي تنشأ نتيجة الاجهزة التي لديها حركة ديناميكية (الإهتزازات).
- الأحمال الساكنة : و هي الأحمال الناتجة عن العناصر التي يمكن تغيير أماكنها من وقت إلى آخر كأثاث البيوت، الفواطع، الأجهزة الكهربائية، و المواد المخزنة و غيرها.
- أحمال الأشخاص : و هذه الأحمال تختلف باختلاف نوع المبنى و إختلاف إستخدامه.
- أحمال التنفيذ : و هي عبارة عن الأحمال التي تكون موجودة اثناء عملية التنفيذ مثل الرافعات.

و قيمة الاحمال الحية المستخدمة لدينا حسب الكود الاردني هي :

الرقم	اسم المكان	الحمل الحي (KN/m ²)
1	غرف النوم والحمامات ومناطق الاستراحة والطعام	2
2	الممرات والمداخل وبسطات الادراج وشواحظ الادراج	4
3	المطابخ وغرف الغسيل	3
4	كراجات السيارات	5
5	الشرفات	4

جدول (2-3) الأحمال الحية

2. الاحمال البيئية:

و هي الاحمال التي يتعرض لها المبنى نتيجة الظروف و العوامل البيئية كالرياح و الثلوج و الزلازل

• احمال الزلازل

الزلازل هو ظاهرة طبيعية فهو عبارة عن اهتزاز او سلسلة من الاهتزازات الارتجاجية المتتالية لسطح الارض و التي تنتج عن حركة الصفائح الصخرية للقشرة الارضية، و بالتالي فان احمال الزلازل هي عبارة عن احمال عمودية و افقية تسبب حدوث العزوم للمبنى مثل عزم الالتواء و عزم الدوران و يتم مقاومتها من خلال تصميم جدران القص بسماكة و تسليح كافي و توزيعها على المبنى بشكل مثالي لضمان السلامة و الامان عند حدوث ظاهرة الزلازل.

• احمال الثلوج

هي عبارة عن الاحمال الناتجة عن تراكم الثلوج على الاسقف و قيمة هذه الاحمال تعتمد على مبدئين رئيسيين هما:

1. ارتفاع المنشأ عن سطح البحر.

2. ميلان السقف المعرض للثلوج.

و بحسب الكود الاردني فان قيمة احمال الثلوج بالاعتماد على ارتفاع المنشأ تكون كالتالي:

ارتفاع المنشأ عن سطح البحر (h) بالمتر	حمل الثلج (KN/m ²)
250>h	0
500>h>250	(h-250)/800
1500>h>500	(h-400)/320

جدول (3-3) أحمال الثلوج اعتماداً على ارتفاع المنشأ

• احمال الرياح

هي عبارة عن احمال افقية و يظهر تأثيرها بشكل واضح في المباني ذات لارتفاع العالي و تكون قيمتها موجبة اذا كانت ناتجة عن ضغط و سالبة اذا كانت ناتجة عن شد و تقاس بوحدة الضغط (KN/m²). و تعتمد قيمتها على سرعة و اتجاه الرياح و على ارتفاع المبنى و طبيعته، وفي مشروعنا هذا يعتبر المبنى عالي الارتفاع ، الأمر الذي يستدعي أن نأخذ أحمال الرياح في الحسبان عند التصميم .

وسيتم اعتماد الكود الالمانى (UBC-97) للحصول على قيم قوى الرياح الافقية ، وهذا يظهر في المعادلة التالية :

$$q = v^2 * 0.00256$$

حيث أن :

q : الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الارض المحيطة . بوحدة psf

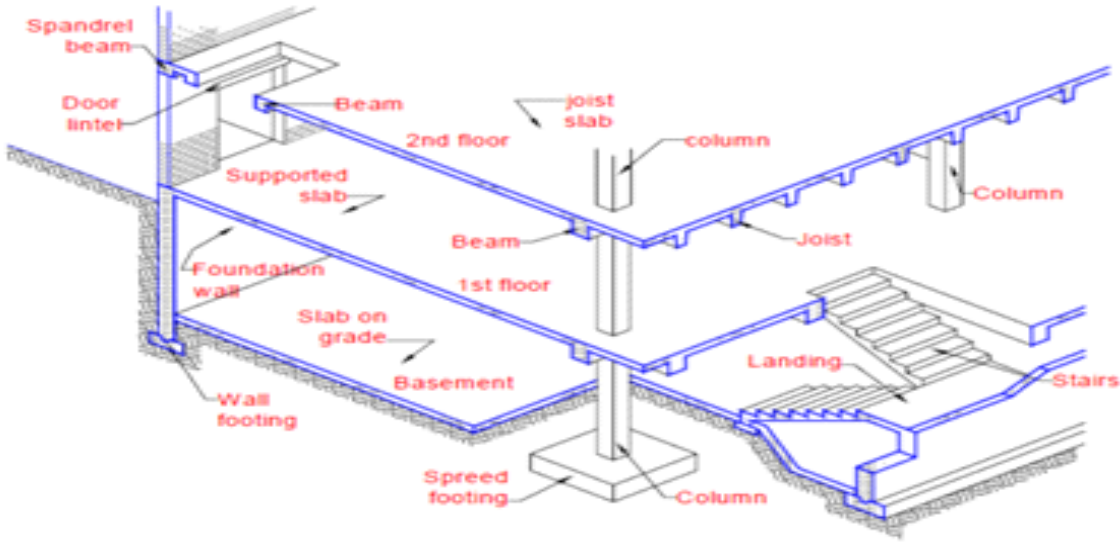
v : السرعة التصميمية للرياح . بوحدة mph

(6-3) العناصر الإنشائية:

تتكون المباني عادة من مجموعة من العناصر الإنشائية التي تتكاتف لكي تقاوم الأحمال الواقعة عليه ، ومن أهم هذه العناصر :-

- 1- العتدات Slabs .
- 2- الجسور Beams .
- 3- الأعمدة Columns .
- 4- الأساسات Foundations .
- 5- الأدراج Stairs
- 6- جدران القص Shear walls .
- 7- الجدران الاستنادية Retaining Walls .
- 8- الجدران الحاملة Bearing Walls
- 9- فواصل التمدد Expansion Joints

الشكل (1-3) توضيح
للعناصر الإنشائية في
المباني



1. العقدات

:(Slabs)

و هي عبارة عن
العناصر الإنشائية تنقل
الأحمال المؤثرة عليها
بشكل عمودي إلى العناصر
الإنشائية الحاملة الأخرى
من جسور وجدران وأعمدة .

ويوجد أنواع مختلفة من العقدات الخرسانية المسلحة ،من أهمها:

•العقدات المصمتة (Solid Slabs) .

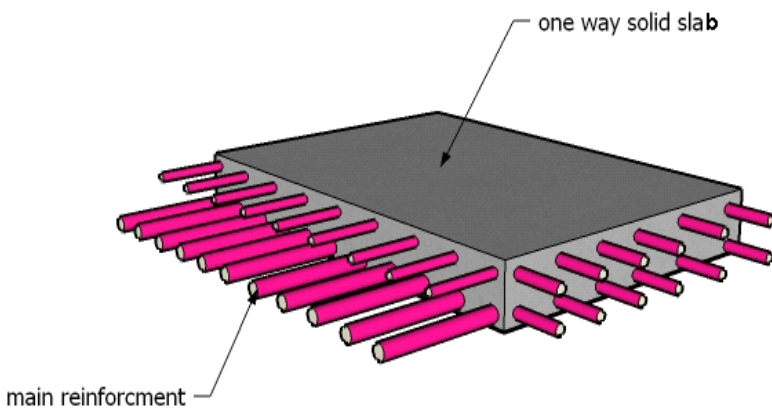
•العقدات المفرغة (Ribbed Slabs) .

➤ العقدات المصمتة (Solid Slabs) :

وينقسم هذا النوع إلى قسمين وهما :-

✓ العقدات المصمتة في اتجاه واحد (One Way Solid Slabs) :

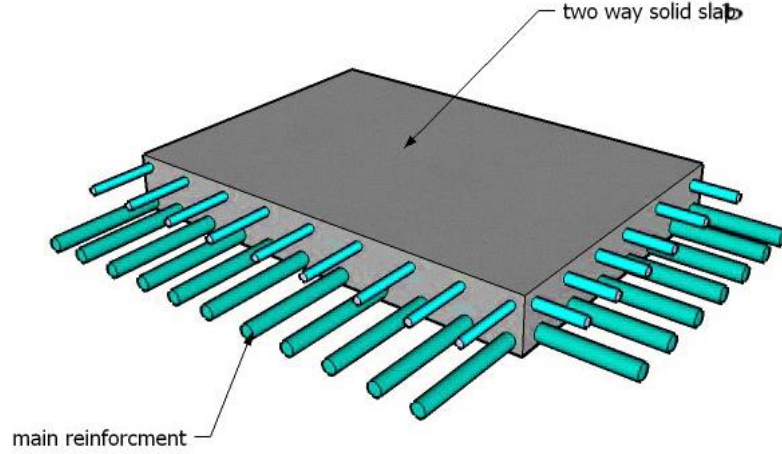
يستخدم هذا النوع من العقدات في حال كانت نسبة مسافة الطول الأكبر للبلاطة الى الطول الأصغر للبلاطة أكبر من 2 ، تمتاز هذه العقدات بقدرة عالية على نقل الأحمال الأفقية مثل أحمال الزلازل إلى جدران القص والعناصر الإنشائية الأخرى المقاومة ، وتمتاز أيضا بوزنها الثقيل .



الشكل (2-3) عقدة مصمتة باتجاه واحد .

✓ العقدات المصمتة في اتجاهين (Two Way Solid Slabs) :

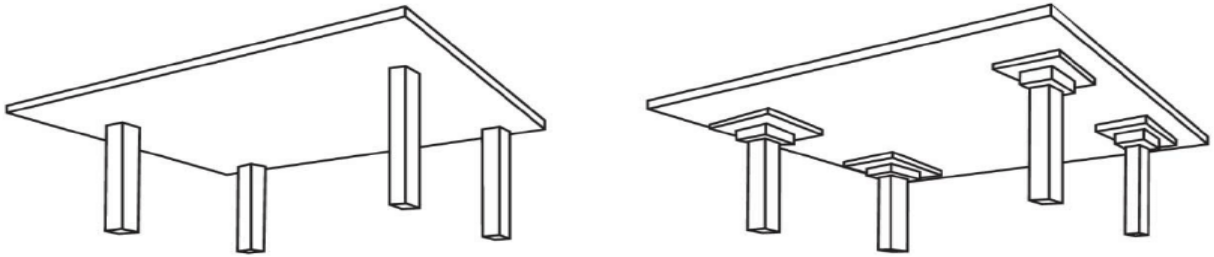
يستخدم هذا النوع من العقدات في حال كانت نسبة مسافة الطول الأكبر للبلاطة الى الطول الأصغر للبلاطة أقل من 2 ، تمتاز هذه العقدات بقدرة عالية على نقل الأحمال الأفقية مثل أحمال الزلازل إلى جدران القص والعناصر الإنشائية الأخرى المقاومة ، وتمتاز أيضا بوزنها الثقيل .



الشكل (3-3) عقدة مصمتة باتجاهين .

✓ (Flat Slab) :

أحدى أنواع العقدات المصمتة ، تمتاز بعدم وجود أي جسور داخلية فيها ، ربما يكثر فيها مشاكل اختراق العمود للعقدة (punching) ، تم استخدامها في هذا المشروع بشكل أساسي ، نظراً لصعوبة توزيع الأعمدة بشكل منتظم وبالتالي عدم القدرة على وضع جسور مرتبة ، وأيضا شكل المبنى المنحني .



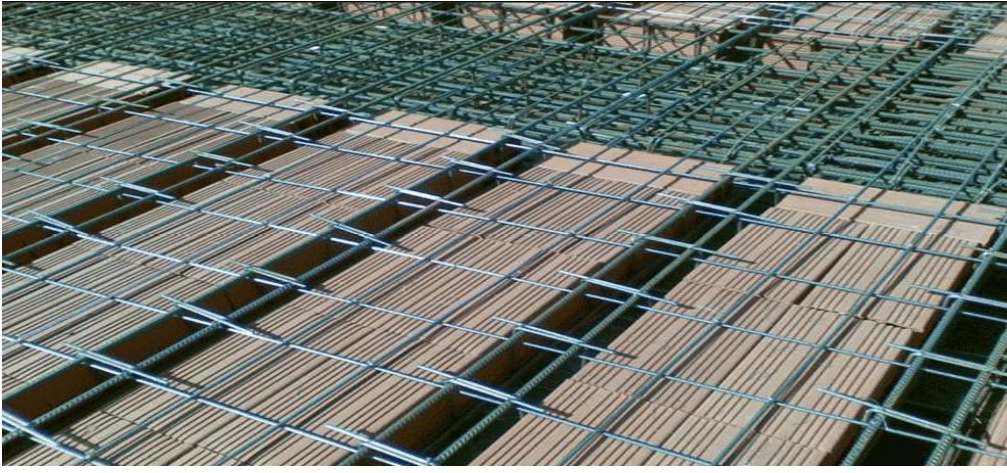
الشكل (4-3) عقدة Flat Plate

➤ العقدات المفرغة (Ribbed Slabs)

تقسم العقدات المفرغة فتقسم إلى قسمين هما :

✓ عقدات عصب في اتجاه واحد (One Way Ribbed Slabs) :

من أكثر أنواع العقدات استخداماً ، تمتاز بخفة وزنها ، وتستخدم اذا كانت مسافات البحور أقل من 6 م ، وتم استخدامها في هذا المشروع.



شكل (5-3) عقدة مفرغة في اتجاه واحد

✓ عقدات عصب في اتجاهين (Two Way Ribbed Slabs) :

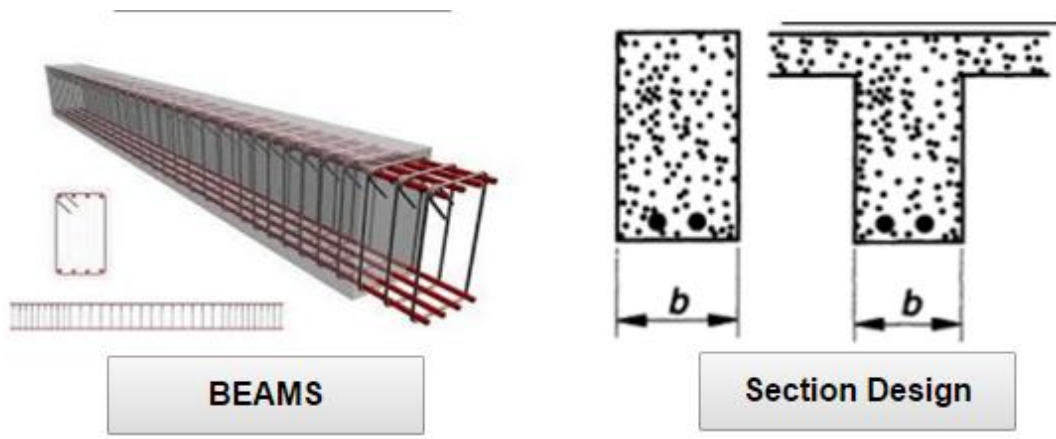
تستخدم في حالة كانت مسافات البحور أكثر من 6م ، خاصة عندما تكون هذه المسافات للعقدة متقاربة ، وتمتاز هذه العقدة بخفة وزنها مقارنة مع العقدة المصمتة .



شكل (6-3) عقدة مفرغة في اتجاهين

2. الجسور (Beams) :

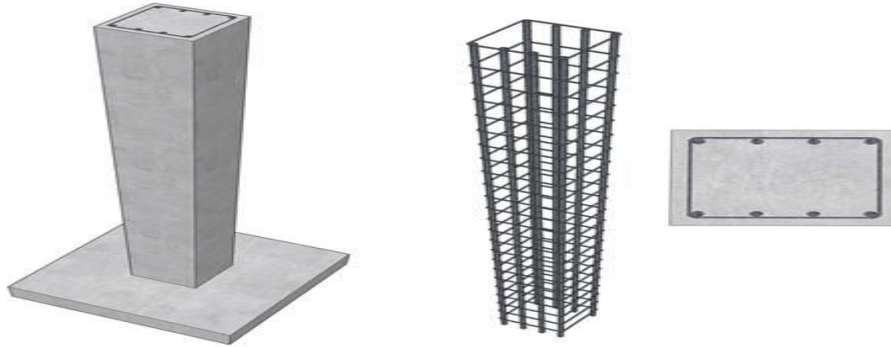
من أهم العناصر الإنشائية ، تعمل على نقل الأحمال من العقدات إلى الأعمدة، ويتم تصميمها إما singly ، doubly أو T-section ، وتكون هذه الجسور إما لها نفس ارتفاع القعدة (جسور مخفية) Hidden Beams ، أو يكون ارتفاعها أكبر من ارتفاع القعدة بسبب الأحمال العالية الواقعة عليها (جسور ساقطة) (Dropped Beams) ، يتم إبراز هذا الجزء الزائد إما الى الأعلى أو الى الأسفل ، وغالبا للأسفل .



شكل (7-3) الجسور

3. الأعمدة (Columns):

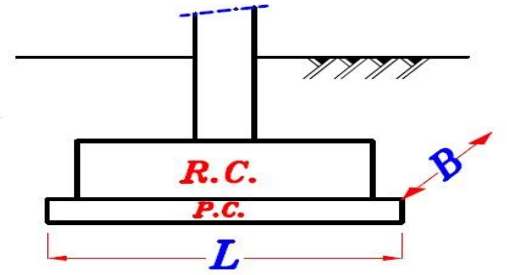
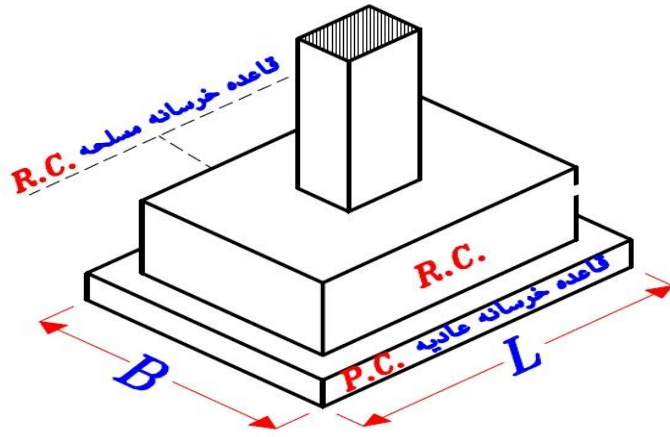
من أهم العناصر الإنشائية، تعمل على نقل الأحمال من العقدات و الجسور إلى الأساسات، تقسم بشكل أساسي إلى الأعمدة الطويلة والأعمدة القصيرة ، ويمكن تصميم مقطعها بعدة أشكال ، منها الدائري والمستطيل والمربع ، وعند توزيعها في المبنى نراعي أن لا تعارض على الممرات أو على المنظر الجمالي الداخلي للمبنى ، ويتم تصميمها بحيث لا يحصل فيها مشاكل مثل الانبعاج وتكون قادرة على نقل الأحمال بالشكل الصحيح .



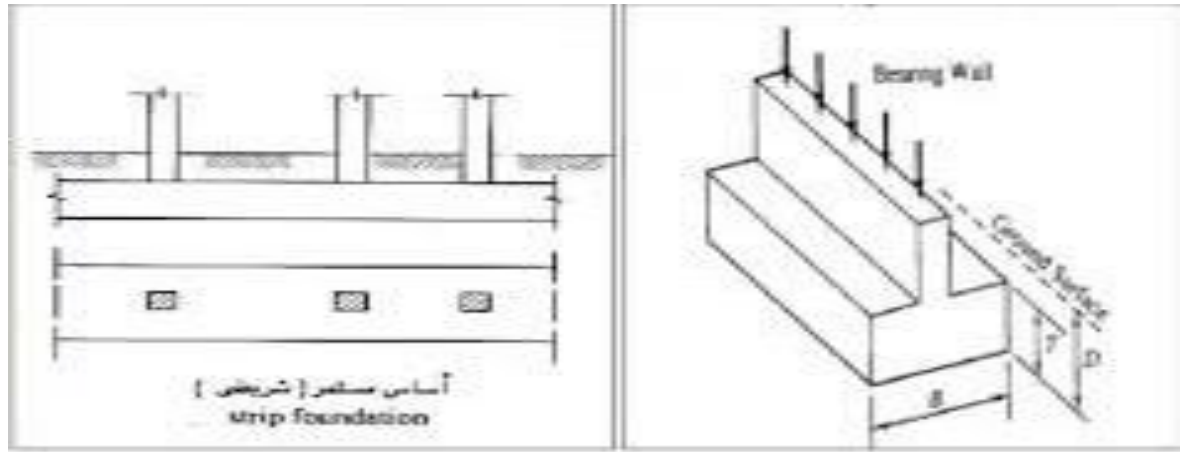
شكل (8-3) الأعمدة.

4. الأساسات (Foundations):

أيضا من أهم العناصر الإنشائية يتم تصميمها آخر العناصر الإنشائية، تعمل الأساسات على نقل الأحمال من الأعمدة وجدران القص إلى التربة ، تقسم بشكل أساسي إلى الأساسات العميقة (piles) وإلى الأساسات السطحية (Shallow Foundations) وتقسم الأساسات السطحية بدورها إلى الأساسات المنفردة والأساسات المركبة والأساسات الشريطية واللبشة . ويحدد نوع الأساس المستخدم بناء على الأحمال الواقعة على الأساس وقوة تحمل التربة .



شكل (9-3) أساس مفرد.

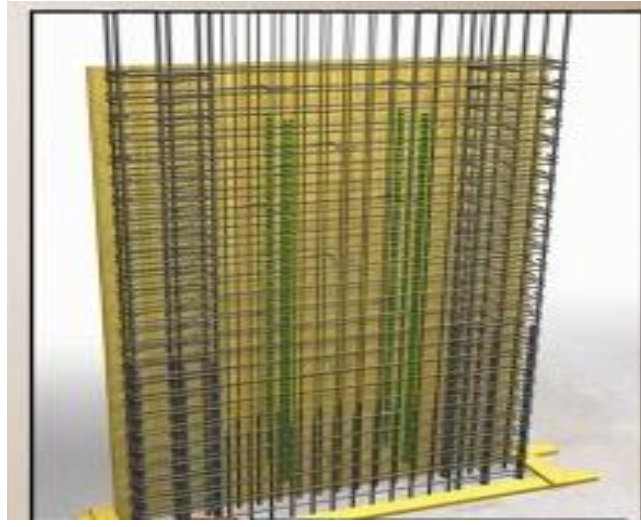


شكل (10-3) أساس شريطي .

5. جدران القص (shear wall)

و هي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى الأفقية و العمودية الواقعة عليها و تستخدم بشكل رئيسي في مقاومة الأحمال الأفقية كأحمال الرياح و الزلازل ، تتمثل هذه الجدران بجدران بيت الدرج و جدران المصاعد و الجدران الأخرى التي تبدأ من الأساسات ، و تسليح بطبقتين من الحديد لزيادة كفاءتها في مقاومة الأحمال الأفقية الواقعة عليها.

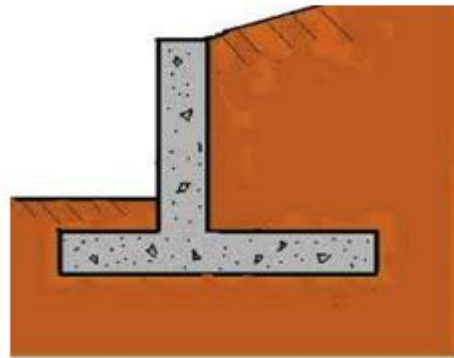
تعمل هذه الجدران على تحمل الأحمال الرأسية المنقولة إليها من الجسور او العقدات أو أي عناصر انشائية أخرى ، كما تعمل على مقاومة القوى الأفقية التي تتعرض لها المنشأ من قوى الزلازل والرياح ، و يجب توفرها في الإتجاهين وبكميات مناسبة في المبنى ، أيضا توزيعها بشكل مدروس ، مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز مقاومة هذه الجدران في كل اتجاه ومركز ثقل المنشأ أقل ما يمكن . وتم توزيعها بهذا المشروع على شكل جدران بيت الدرج وجدران المصاعد .



شكل (11-3) جدار قص

6. الجدران الاستنادية (Retaining Walls):

أحد العناصر الإنشائية التي تعمل على مقاومة الأحمال الجانبية (أحمال التربة) ، ومن أنواعها (Basement Wall) التي تقاوم الأحمال الأفقية من التربة والرأسية من العقدة، ويحتوي هذا المشروع على جدران (Basement Wall).



شكل (13-3) (Basement Wall)



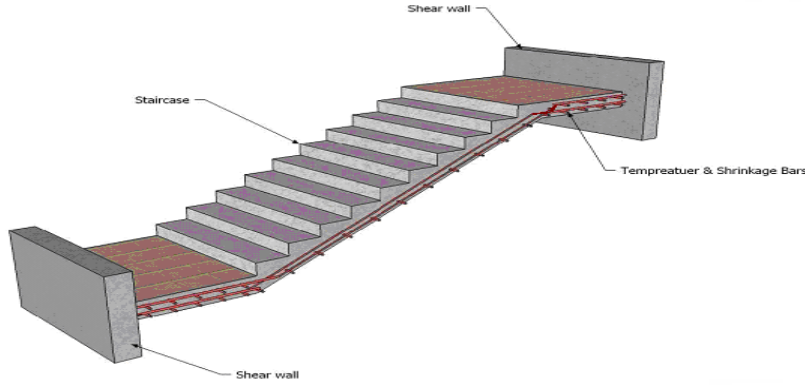
شكل (12-3) Retaining Wall

7. الجدران الحاملة (bearing Walls):

عناصر إنشائية ، تعمل على تحمل القوى الأفقية ونقلها إلى الأساس ، ولا يحتوي هذا المشروع على جدران حاملة.

8. الأدرج (Stairs):

و هي العناصر المسؤولة عن الانتقال الرأسي بين الطبقات في المنشأ، وقد يصمم الدرج إنشائياً بإعتباره عقدة مصممة في إتجاه واحد، ويحتوي هذا المشروع على أدرج دائرية ، وأخرى عادية .



شكل(3-14) تفصيلة الدرج

9. فواصل التمدد (expansion joint)

تستخدم هذه الفواصل في المنشآت ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة ،او ذات الاشكال الغير منتظمة ،"أي تستخدم للتغلب على مشكلة التغيرات الحرارية الناتجة عن اختلاف المعامل الحراري للخرسانة و الحديد". و يتم وضع فاصل التمدد اذا كان عرض المنشأ اكبر من 36م أو حسب درجات الحرارة في المنطقة حسب الجدول التالي ، و عند وضعه تصبح كل كتلة كأنها مبنى منفصل عن الاخر.

المنطقة حسب درجات الحرارة	طول فاصل التمدد
المناطق المعتدلة	40-45 م
المناطق الحارة	30-35 م
المناطق الصحراوية	15-20 م

جدول (3-4) طول فاصل التمدد بناءً على درجات الحرارة

يساعد فاصل التمدد على تمدد المبنى بدون حدوث تشققات و لكن لاستخدامه بعض الاشتراطات:

1. يتم وصل فاصل التمدد الى وجه الاساسات العلوية دون اختراقها.
 2. يجب ان لا يقل عرض فاصل التمدد عن 3 سم و تم استخدامه في هذا العمل بعرض 5 سم.
- وقد تم وضع فاصلين تمدد في هذا المشروع نظراً للمشاكل سابقة الذكر.

(3-7) البرامج الحاسوبية المستخدمة :

- نظراً للتطور الحاصل في مجال التكنولوجيا ، فقد ظهرت العديد من البرامج التي تساعد على التصميم ، فقد أصبحت عملية التصميم بواسطة هذه البرامج عملية سهلة و سريعة بالمقارنة مع التصميم اليدوي و في هذا العمل تم استخدام بعض هذه البرامج مثل:
1. 2016AUTOCAD: الذي ساعدنا على إتمام و تدقيق الناحية المعمارية من رسومات و مقاطع و اتمام الناحية الانشائية من رسم رسومات العقودات و توزيع الاعمدة و الجسور والاعصاب.
 2. Atir : للتصميم الانشائي.
 3. MicroseftWord :لاتمام الناحية الكتابية و النظرية للمشروع.
 4. MicroseftExcel:لاجراء بعض المعادلات الحسابية بخصوص حساب الاحمال.
- ولاحقاً بإذن الله سيتم استخدام برامج أخرى مثل safe،Etabs.

Chapter Four: Structural Analysis And Design

4-1 Introduction.

4-2 Design Method and Requirements.

4-3 Determination of Slab Thickness.

4-4 Design of Topping.

4-5 Design of One Way Rib Slab (R7).

4-6 Design of Beam (B1).

4-1 : Introduction

Reinforced concrete : concrete in which steel is embedded in such a manner that the two materials act together in resisting forces.

- The reinforcing steel such as rods, bars or mesh absorbs the tensile , shear, and sometimes the compressive stresses in a concrete structure .
 - Plain concrete does not easily withstand tensile and shear stresses caused by wind, earthquakes, vibrations, and other forces and is therefore unsuitable in most structural applications.
 - In reinforced concrete, the tensile strength of steel and the compressive strength of concrete work together to allow the member to sustain these stresses over considerable span.
-
- In this project, we will adopt reinforced concrete in the construction of structural elements such as columns, slabs and foundations.

A concrete slab is a common structural element of modern buildings, consisting of a flat, horizontal surface made of cast concrete.

The type of slabs:

1. Solid slab.
2. Ribbed slab.
3. Flat slab.
4. Waffle slab.

- In this project, we will design ribbed slab
- 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, slabs.
- This chapter presents a sample calculation related to one of the preceding members contained in this project. All of structural members will be designed according to the design code (ACI –b318-code).

4-2 Design method and requirements:

The design strength provided by a member is calculated in accordance with the requirements and assumptions of **ACI code (318_11)**.

✓ **Strength design method:**

It is based on the ultimate strength of the structural members assuming a failure condition, whether due to the crushing of concrete or due to the yield of reinforced steel bars. Although there is additional strength in the bar after yielding due to Strain Hardening, this additional strength in the bar is not considered in the analysis or design of the reinforced concrete members. In the strength design method, actual loads or working loads are multiplied by load factor to obtain the ultimate design loads. The load factor represents a high percentage of factor for safety required in the design.

The most important principle to be adopted in the design process is:

- **Strength provided \geq strength required to carry factored loads.**

The statically calculation and the key plans dependent on the architectural plans that we will to use it from

Code UBC: ACI 2011.

✓ **Materials:-**

1. Concrete: **B300**..... $f_c' = 30 * 0.8 = 24 N / mm^2 (MPa)$
2. Reinforcement steel : The specified yield strength of the reinforcement $\{f_y = 420 N/mm^2 (MPa)\}$

4-1-5 Load Factors U and strength reduction Factor ϕ :

According to (ACI 318-11 9.2.1) the factor U for overload is given:

$$U = 1.4D$$

$$U = 1.2D + 1.6L + 0.5 (L_r \text{ or } S \text{ or } R)$$

$$U = 1.2D + 1.6L + 0.5 (L_r \text{ or } S \text{ or } R)$$

$$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$$

$$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$$

$$U = 0.9D + 1.0W$$

$$U = 0.9D + 1.0E$$

Where:

D : dead load .

L : live load.

L_r : roof live load.

S : snow load.

R : rain load.

W : Wind load.

E : Earthquake load.

The factor ϕ (under strength factor) according to ACI demonstrated in table (1-4).

Strength Condition	ϕ Factors
1. Flexure (with or without axial force)	
Tension-controlled sections	0.90
Compression-controlled sections	
Spirally reinforced	0.75
Others	0.65
2. Shear and torsion	0.75
3. Bearing on concrete	0.65
4. Post-tensioned anchorage zones	0.85
5. Struts, ties, nodal zones, and bearing areas in strut-and-tie models	0.75

Table (1-4) values of understrength factors related to strength condition.

4-1-6 General considerations:

- 1- ACI 318-11 Building code will be used in this project.
- 2- UBC-97 code will be used for lateral loads.
- 3- Ultimate strength design method will be used during the analysis and design of this project.
- 4- The compressive strength of concrete for all structural elements is **B300** which equals to $f'_c = 24 \text{ Mpa}$.
- 5- Yield strength of reinforcing rebar's $f_y = 420 \text{ Mpa}$.

4-3 | Check of Minimum Thickness of Structural Member:

It will be determined according to (ACI 318-11) to achieve deflection requirements, Table (2-4) provided minimum thickness from code.

TABLE 9.5(a) — MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED

Member	Minimum thickness, h			
	Simply supported	One end continuous	Both ends continuous	Cantilever
	Members not supporting or attached to partitions or other construction likely to be damaged by large deflections			
Solid one-way slabs	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Beams or ribbed one-way slabs	$l/16$	$l/18.5$	$l/21$	$l/8$

Notes:
 Values given shall be used directly for members with normalweight concrete and Grade 420 reinforcement. For other conditions, the values shall be modified as follows:
 a) For lightweight concrete having equilibrium density, w_c , in the range of 1440 to 1840 kg/m³, the values shall be multiplied by $(1.65 - 0.0003w_c)$ but not less than 1.09.
 b) For f_y other than 420 MPa, the values shall be multiplied by $(0.4 + f_y/700)$.

The thickness of slab provided from (ACI 318-11) to achieve requirements of deflection, depends on the Flexural stiff ness of slab, by manual calculation comes about :

For Ribs: -

$$h_{\min} \text{for (one end continuous)} = L/18.5 = 6.42/18.5 = 34.7 \text{ cm.}$$

$$h_{\min} \text{for (both end continuous)} = L/21 = 7.26/21 = 34.5 \text{ cm.}$$

$$h_{\min} = 35 \text{ cm.}$$

Slab thickness $h = 35 \text{ cm}$.

(27 cm Hollow Block + 8 cm Topping)

4-4 | Design of Topping:

4-3-1 Load calculations:

- ✓ Topping in One way ribbed slab can be considered as a strip of **1 meter width** and span of hollow block **Load Calculations: -**

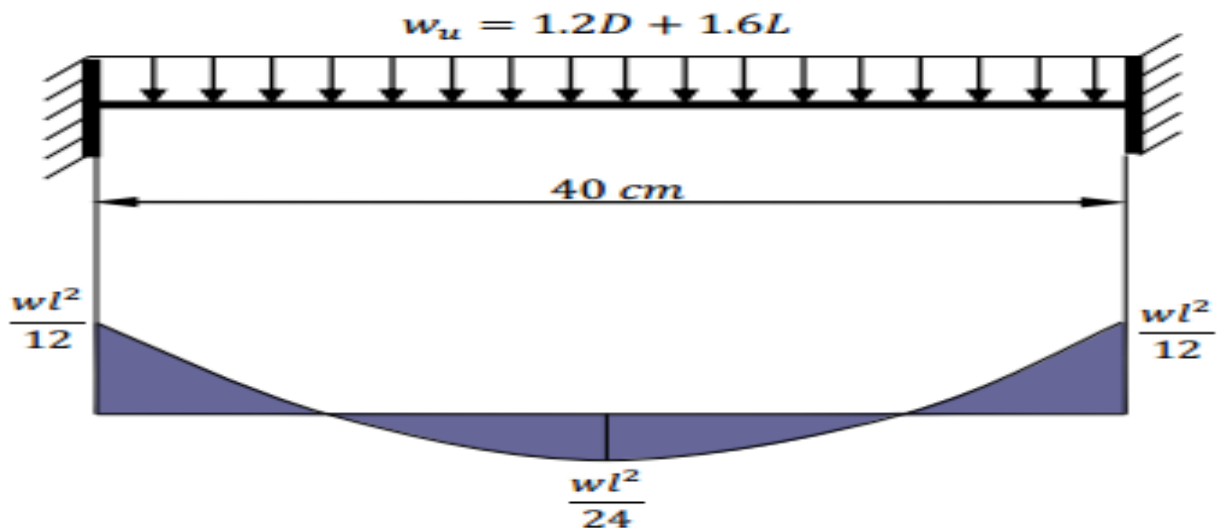
Dead Load:

table (3-4): Dead Load Calculation of Topping.

No.	Parts of Rib	Calculation
1	Tiles	$0.03 \times 23 \times 1 = 0.69 \text{ KN/m}$
2	Mortar	$0.03 \times 22 \times 1 = 0.66 \text{ KN/m}$
3	Coarse Sand	$0.07 \times 17 \times 1 = 1.19 \text{ KN/m}$
4	Topping	$0.08 \times 25 \times 1 = 2.0 \text{ KN/m}$
5	partiton	$1 \times 2.3 = 2.3$
Sum =		6.84KN/m

Live load calculations = $5 \times 1 = 5 \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right)$

ength
both
fixed in
Table



with
end
the ribs,
(3-4).

Factored Load: -

$$W_U = 1.2 \times 6.84 + 1.6 \times 5 = 15.21 \text{ KN/m}$$

Check the strength condition for plain concrete, $\phi M_n \geq M_u$, where $\phi = 0.55$

$$M_n = 0.42 \lambda \sqrt{f'_c} S_m \text{ (ACI 22.5.1, equation 22-2)}$$

$$S_m = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{1000 \cdot 80^2}{6} = 1066666.67 \text{ mm}^2$$

$$\phi M_n = 0.55 \times 1 \times \sqrt{24} \times 1066666.67 \times 10^{-6} = 1.21 \text{ KN.m}$$

$$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = 0.303 \text{ KN.m} \quad (\text{negative moment})$$

$$\phi M_n \gg M_u = 0.303 \text{ KN.m}$$

No reinforcement is required by analysis. According to ACI 10.5.4, provide $A_{s,\min}$ for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

$$\rho_{\text{shrinkage}} = 0.0018 \text{ ACI 7.12.2.1}$$

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

Step (s) is the smallest of:

1. $3h = 3 \times 80 = 240 \text{ mm}$ control ACI 10.5.4
2. 450mm.
3. $S = 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5 C_c = 380 \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) - 2.5 \cdot 20 = 330 \text{ mm}$

$$S \leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) = 300 \left(\frac{280}{\frac{2}{3} \cdot 420} \right) = 300 \text{ mm ACI 10.6.4}$$

Take $\phi 8 @ 200 \text{ mm}$ in both direction, $S = 200 \text{ mm} < S_{\max} = 240 \text{ mm} \dots \text{OK}$

4.4 Design of One Way Rib Slab (G.R7) :

Requirements for Ribbed Slab Floor According to ACI- (318-08).

$b_w \geq 10\text{cm}$ACI (8.13.2)

Select $b_w=12\text{cm}$

$h \leq 3.5*b_w$ ACI(8.13.2)

Select $h=35\text{cm} < 3.5*12= 42 \text{ cm}$

$t_f \geq L_n/12 \geq 50\text{mm}$ ACI(8.13.6.1)

Select $t_f=8\text{cm}$

Material :-

concrete B300 $F_c' = 24 \text{ MPa}$

\Rightarrow Reinforcement Steel $f_y = 420 \text{ MPa}$

\Rightarrow **Section :-**

$\Rightarrow B = 520\text{mm}$

$\Rightarrow B_w = 120 \text{ mm}$

$\Rightarrow h = 350 \text{ mm}$

$\Rightarrow t = 80 \text{ mm}$

$\Rightarrow d = 350 - 20 - 10 - 20/2 = 310 \text{ mm}$

\diamond **Statically System and Dimensions:**

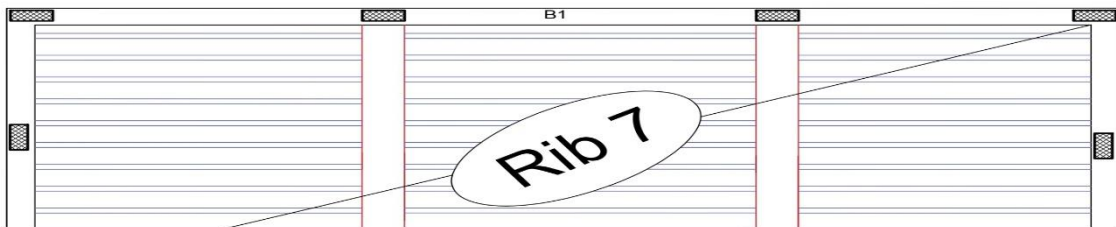


Fig 2.4: One Way Rib Slab (G.R7).

❖ Load Calculation:-

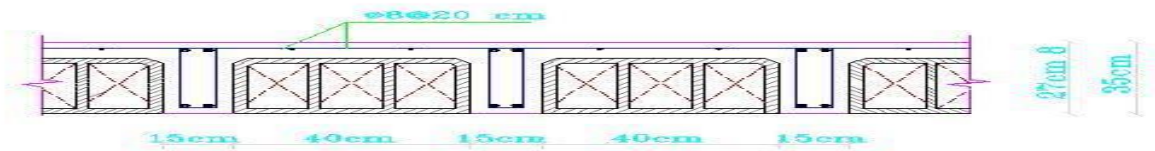


Fig 3.4: One Way Rib Slab Plan (G.R7).

Dead Load:-

Table (4-4): Dead Load Calculation of Rib (G.R7).

Type	$\gamma b h$	KN/m
Tiles	$0.03*0.52*23$	0.359
Mortar	$0.03*0.52*22$	0.343
Sand	$0.07*0.52*17$	0.619
Topping	$0.08*0.52*25$	1.04
Hollow block	$0.4*0.27*10$	1.08
Plaster	$0.03*0.52*22$	0.343
R.C rib	$0.12*0.27*25$	0.81
Partition	$1*2.3*0.52$	1.196
Sum		5.79

Dead Load /rib = 5.79KN/m

Live Load:-

Live load = 5 KN/M²

Live load /rib = 5 KN/m² × 0.52m = 2.6 KN/m.

❖ Effective Flange Width (b_E) :- ACI-318-11 (8.10.2)

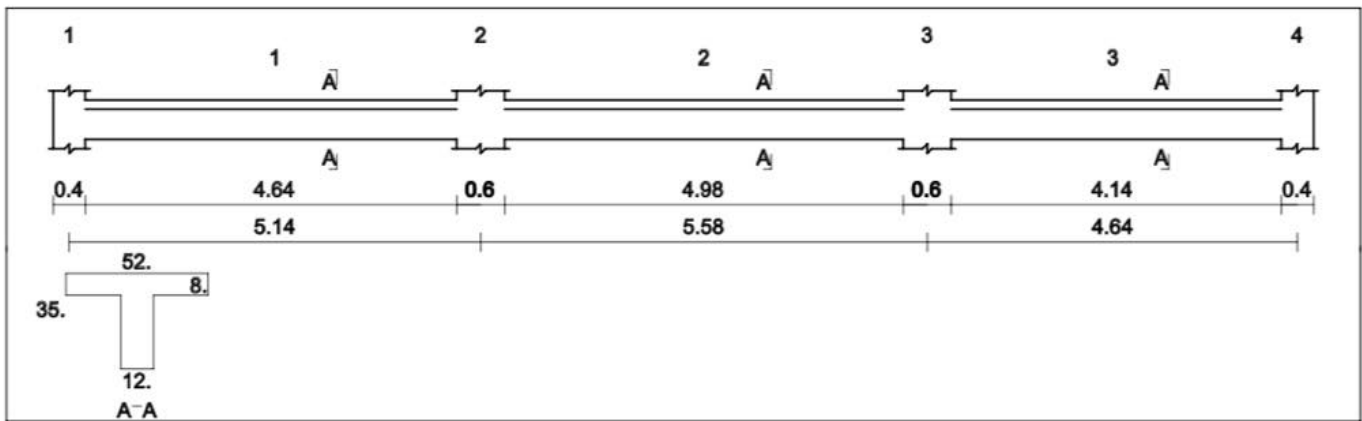
b_E For T- section is the smallest of the following: -

$$b_E = L / 4 = 5580 / 4 = 1395\text{mm}$$

$$b_E = 16 hf = 16 (80) = 1280 \text{ mm}$$

$$b_E = b_e \leq \text{center to center spacing between adjacent beams} = 520 \text{ mm. ... Control}$$

Geometry Units: meter, cm



Loading

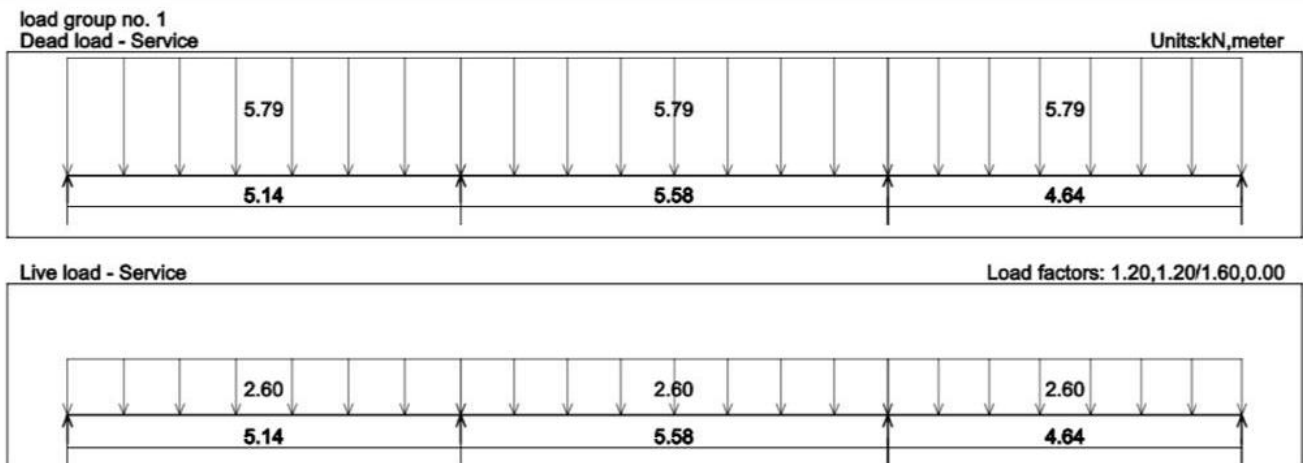
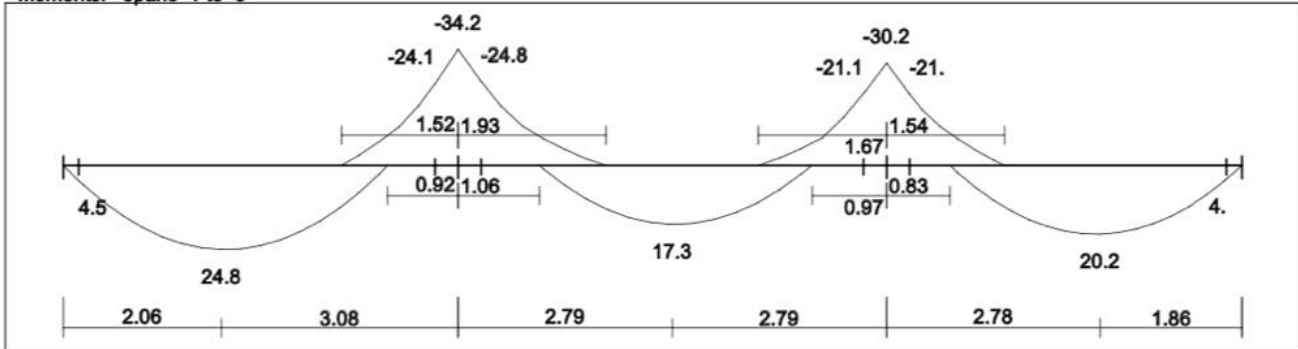


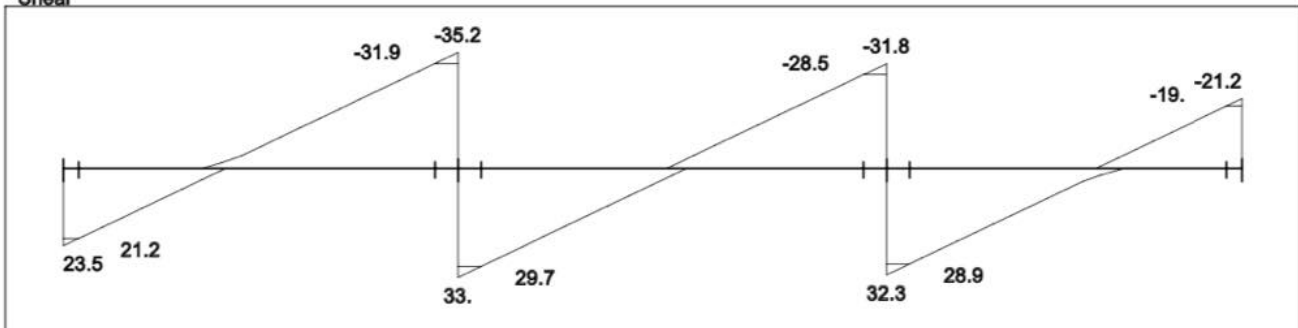
Fig 4.4: Shear and Moment Envelope Diagram of (G.R7).

Moment/Shear Envelope (Factored) Units:kN,meter

Moments: spans 1 to 3



Shear



Reactions

Factored

	Span 1	Span 2	Span 3	End
DeadR	13.87	41.73	38.81	12.31
LiveR	9.59	26.5	25.27	8.89
MaxR	23.46	68.23	64.08	21.2
MinR	12.59	53.03	48.84	10.8
Service				
DeadR	11.56	34.78	32.34	10.26
LiveR	5.99	16.56	15.79	5.56
MaxR	17.55	51.34	48.13	15.82
MinR	10.76	41.84	38.61	9.31

✓ Moment Design for (G.R7):-

Assume bar diameter ϕ 20 for main positive reinforcement

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{20}{2} = 310 \text{ mm}$$

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

$$\begin{aligned} M_{nf} &= 0.85 \cdot f'_c \cdot b_e \cdot h_f \cdot \left(d - \frac{h_f}{2}\right) \\ &= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(310 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 229.13 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$M_{nf} \gg \frac{M_u}{\phi} = \frac{24.8}{0.9} = 27.55 \text{ KN.m}$, the section will be designed as rectangular section with

$b_e = 520 \text{ mm}$.

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{24.8 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 310^2} = 0.55 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.55}{420}}\right) = 0.0013$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.0013 \times 520 \times 310 = 214.02 \text{ mm}^2$$

Check for A_s min:-

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (b_w)(d) \text{ ACI-318 (10.5.1)}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(310) = 108.4 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{(f_y)} (b_w)(d)$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} (120)(310) = 124 \text{ mm}^2 \text{ control}$$

$$A_{s \text{ req}} = 214.02 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ min}} = 124 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

Use 2 ϕ 12

Check for strain:-

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{226.19 \times 420}{0.85 \times 520 \times 24} = 8.95 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{8.95}{0.85} = 10.53 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{310 - 10.53}{10.53} \right) = 0.085 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

Assume bar diameter ϕ 20 for main positive reinforcement

$$d = h - \text{cover} - d_{\text{stirrups}} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 10 - \frac{20}{2} = 310 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{24.8 \times 10^6}{0.9 \times 520 \times 310^2} = 2.38 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.38}{420}} \right) = 0.00606$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00606 \times 520 \times 310 = 225.79 \text{ mm}^2$$

Check for As min:-

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (bw)(d) \text{ ACI-318 (08)}$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (120)(310) = 108.4 \text{ mm}^2 \dots \text{ controls}$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1.4}{(f_y)} (bw)(d)$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1.4}{420} (120)(310) = 124 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{req}} = 225.79 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 108.4 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

$$\text{Use } 2 \text{ } \phi 14, A_{s, \text{provided}} = 307.88 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{required}} = 225.79 \text{ mm}^2 \dots \text{ Ok}$$

Check for strain: -

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{307.88 \times 420}{0.85 \times 120 \times 24} = 52.82 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{52.82}{0.85} = 62.14 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{310 - 62.14}{62.14} \right) = 0.012 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

V_u at distance d from support = 26.8 kN

Shear strength V_c , provided by concrete for the joists may be taken 10% greater than for beams. This is mainly due to the interaction between the slab and closely spaced ribs. (ACI, 8.13.8).

$$V_c = \frac{1.1}{6} \lambda \sqrt{f'_c} b_w d = \frac{1.1}{6} \sqrt{24} \times 120 \times 310 \times 10^{-3} = 33.41 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 33.41 = 25.05 \text{ KN}$$

Check for items:-

$$1- V_u \leq \phi V_c / 2$$

$$31.9 > 1251. \quad (\text{not ok})$$

$$2- \phi V_c / 2 \leq V_u \leq \phi V_c$$

$$15.9375 < 26.8 > 25.46 \quad (\text{not ok})$$

$$3- \phi V_c \leq V_u \leq \phi V_c + \phi V_{smin}$$

$$\phi V_{smin} \geq 0.75 \left(\frac{1}{3} \right) * b_w * d = 0.75 * \left(\frac{1}{3} \right) * 120 * 0.310 = 9.3 \text{ KN. (control)}$$

$$\geq 0.75 \left(\frac{\sqrt{24}}{16} \right) * b_w * d = 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{16} * 0.310 * 120 = 8.54 \text{ KN}$$

$$\phi V_{smin} = 9.3 \text{ KN.}$$

$$\phi V_c = 25.05 \leq V_u = 25.05 < (\phi V_c + \phi V_{smin}) = 34.35 \text{ Ok}$$

So item 3 satisfy.

$$S = d/2 = 310/2 = 155 \text{ mm (control)}$$

$$S = 600 \text{ mm}$$

$$\text{Take } A_v = 2 \phi 8 = 2 * 50 = 100.5 \text{ mm}^2$$

$$A_v / s = V_s / f_y * d$$

$$2 * 50.25 / s = 12.4 * 1000 / (310 * 420) \rightarrow s = 1055.25 \text{ mm}$$

$$\text{Take } S = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Use } 2 \phi 8 @ 15 \text{ cm c/c.}$$

4.5 Design of Beam (G.B(1)):



Fig 5.4:beam (G.B(1)):

$H=514/18.5= 28.2\text{cm}$ for one end continuous

$H=548/21=26\text{ cm}$ for both end continuous

$H=35\text{ cm}$ Hidden

Load calculation:

Dead load :

Beam weight + weight of wall

$25*0.35*1+22 = 30.75\text{ KN/m}$

$LL=5*1 = 5\text{ KN/m}$

⇒ **Material :-**

⇒ concrete B300 $F_c' = 24\text{ MPa}$

⇒ Reinforcement Steel $f_y = 420\text{ MPa}$

⇒ **Section:-**

⇒ $B_w=400\text{ mm}$

⇒ $h= 350\text{ mm}$

⇒ $d=350-40-10-18/2=291\text{ m}$

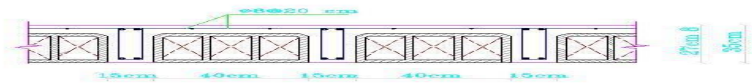


Fig (6.4) Statically System and Loads Distribution of Beam G.B(1)

✓ Moment Design for (G.B(1)):-

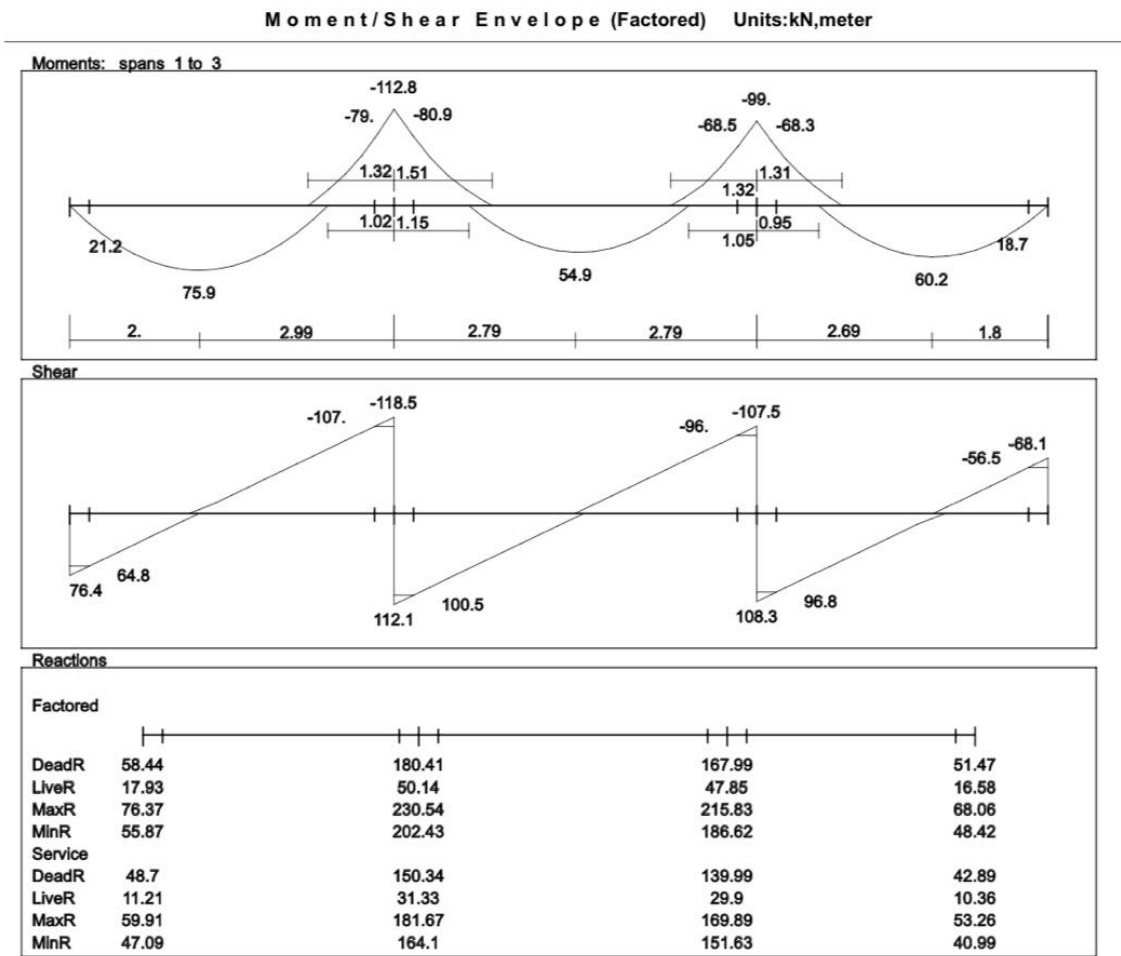


Fig 7.4: Shear and Moment Envelope Diagram of G.B(1).

✓ **Span (L=4.99 m):**

Determine of Mn_{max} $Mu = 75.9$

use $\phi 18$

$$d = 350 - 40 - 10 - 18 \cdot 2 = 291 \text{ mm}$$

$$c = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} * 291 = 124.7 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c = 124.7 * 0.85 = 106 \text{ mm}$$

$$Mn_{max} = 0.85f'_c ab \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.85 * 24 * 106 * 400 * (291 - 106/2) * 10^{-6}$$

$$= 206.725 \text{ KN.m}$$

$$\phi Mn_{max} = 0.82 * 206.725 = 169.5 \text{ KN.m} > 75.9 \text{ KN.m}$$

Design as singly reinforcement:

$$R_n = \frac{Mu}{\phi b d^2} = \frac{75.9 \times 10^6}{0.9 \times 400 \times 291^2} = 2.48 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.48}{420}} \right) = 0.0063$$

$$A_{s,req} = \rho \cdot b \cdot d = 0.0063 \times 400 \times 291 = 735 \text{ mm}^2$$

Check for A_s min:-

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(fy)} (bw)(d) \text{ ACI-318 (10.5.1)}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (400)(291) = 339.42 \text{ mm}^2$$

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

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} (400)(291) = 388 \text{ mm}^2 \text{ control}$$

$$A_{s,req} = 735 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 388 \text{ mm}^2 \dots \text{ use } A_{s,req}$$

$$\text{Use } 7 \phi 12, A_{s,provided} = 791.68 \text{ mm}^2 > A_{s,required} = 735 \text{ mm}^2 \dots \text{ Ok}$$

$$S = \frac{400 - 2 \cdot 40 - 20 - (7 \cdot 12)}{6} = 36 \text{ mm} > d_b = 12 > 25 \text{ mm} \quad \text{OK [Date]}$$

Check for strain: -

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{791.68 \times 420}{0.85 \times 400 \times 24} = 40.75 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{40.75}{0.85} = 47.94 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{291-47.94}{47.94} \right) = 0.015 > 0.005 \quad \text{Ok}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{80.9 \times 10^6}{0.9 \times 400 \times 291^2} = 2.65 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{420}} \right) = \frac{1}{20.6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.65}{420}} \right) = 0.00715$$

$$A_{s, \text{req}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.00715 \times 400 \times 291 = 832.44 \text{ mm}^2$$

Check for A_s min:-

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (bw)(d) \text{ ACI-318 (10.5.1)}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (400)(291) = 339.279 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{(f_y)} (bw)(d)$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{420} (400)(291) = 388 \text{ mm}^2 \text{ control}$$

$$A_{s, \text{req}} = 832.44 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 388 \text{ mm}^2 \dots \text{ use } A_s \text{ Areq}$$

Use $\phi 14$

$$\text{Use } 6 \phi 14 \text{ Top, } A_{s, \text{provided}} = 923.63 \text{ mm}^2 > A_{s, \text{min}} = 832.44 \text{ mm}^2 \dots \text{ Ok}$$

Check for strain :

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c} = \frac{923.63 \times 420}{0.85 \times 400 \times 24} = 47.53 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{47.53}{0.85} = 55.92 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) = 0.003 \left(\frac{291 - 55.92}{55.92} \right) = 0.0126 > 0.005 \quad \text{OK}$$

$$S = \frac{400 - 2 \times 40 - 20 - (6 \times 14)}{5} = 43.2 \text{ mm} > d_b = 14 > 25 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

✓ 4.4.3 Shear Design for (G.B1):-

1) $V_u = 107 \text{ KN}$

$$\Phi V_c = \Phi * \frac{\sqrt{f'_c}}{6} b_w * d$$

$$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} 400 * 291 * 10^{-3} = 71.28 \text{ KN}$$

$$V_s = V_u / \Phi - V_c = 107 / 0.75 - 95.04 = 47.62 \text{ KN}$$

$$V_{s \max} = 2/3 f'_c \wedge 0.5 * b_w * d$$

$$= 0.667 * 4.9 * 400 * 291 = 380.16$$

Check for items:-

1) $V_u \leq \Phi V_c / 2 \Rightarrow 107 > \text{not ok}$

2) $\Phi V_c / 2 \leq V_u \leq \Phi V_c \Rightarrow 35.64 < 107 > 71.28 \text{ not ok}$

$$\Phi V_{s \min} \geq 0.75 \left(\frac{1}{3} \right) * b_w * d$$

$$= 0.75 * \left(\frac{1}{3} \right) * 400 * 291 * 10^{-3} = 23.1 \text{ KN.}$$

$$\geq 0.75 \left(\frac{\sqrt{24}}{16} \right) * b_w * d$$

$$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{16} * 400 * 291 * 10^{-3} = 26.73 \text{ KN. (control)}$$

$$\Phi V_{smin} = 26.73 \text{ KN}$$

$$3) \Phi V_c \leq V_u \leq \Phi V_c + \Phi V_{smin}$$

$$71.28 < 107 > 98.01 \Rightarrow \text{not ok}$$

$$4) \Phi V_c + \Phi V_{smin} \leq V_u < \Phi V_c + \Phi \frac{\sqrt{f_c'}}{3} * b_w * d$$

$$98.01 \leq 107 \leq 142.63 \quad \text{ok} \quad S_{max} = d/2 = 291/2 = 145.5 \text{ mm} < 600 \quad \text{ok}$$

So item, (4) satisfy

$$\text{Take } A_v = 2\Phi 8 = 2 * 50.25 = 100.5 \text{ mm}^2$$

$$A_v / s = V_s / f_y * d$$

$$100.5 / s = 47.62 * 1000 / 291 * 420 \quad \rightarrow s = 258 \text{ mm}$$

Select S = 25cm Use $\Phi 8$ (2legs) @ 25 c/c

