كليـــــــة الهندســـــة

دائرة الهندسية المدنية والمعمارية

مشروع التخرج بعنوان:

التصميم الإنشائي

للمبنى الجديد لمستشفى جمعية الهلال الأحمر الفلسطيني

فريق العمل :-

أيوب أحمد أبو لطيفة طلال حميدان شبانة

محمد شفيق العساكرة

بناء على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة للوفاء بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس.

توقيع مشرف المشروع

توقيع رئيس الدائرة

م. مي حداد

م. فيضي شبانة

....

ملخص المشروع

التصميم الإنشائي لـِ "مبنى جديد لمستشفى جمعية الهلال الأحمر الفلسطيني" بمدينة الخليل

التصميم الإنشائي هو أهم التصميمات اللازمة للمبنى بعد التصميم المعماري فتوزيع **الأعمدة وحساب** الأحمال والحفاظ على المتانة بأفضل طريقة اقتصادية وأعلى درجات الأمان والسلامة يقع على عاتق الإنشائي.

سنقوم في هذا المشروع بالتصميم الإنشائي لهذا المبنى، حيث **يتكون من كتلة واحدة** مكونة من تسعة مستويات: طابق التسوية والأرضي بالإضافة إلى **ثلاثة طوابق فوق الأرضي**، وأربعة مستويات للمصعد ، حيث تبلغ مساحة المشروع الإجمالية 6156.95م^2.

حيث صُمّم المشروع بحيث يلبي الغاية التي يسعى المشروع إلى تحقيقها وهي **حاجة** مستشفى الهلال لمبنى إضافي، حيث أن عدد زوار المستشفى في تزايد.

من الجدير بالذكر أنه سيتم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية، ولتحديد أحمال الزلازل ، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فسيتم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318_08) ، ولا بد من الإشارة إلى أنه سيتم الإعتماد على **بعض برامج الحاسوب مثل** :-
Autocad (2007+2015), ATIR, ETABS 2016, SAFE 2016, Microsof Office XP.

ويتضمن المشروع دراسة إنشائية تفصيلية من تحديد وتحليل للعناصر الإنشائية والأحمال المختلفة المتوقعة ومن ثم التصميم الإنشائي للعناصر وإعداد المخططات التنفيذية بناء على التصميم المعد لجميع العناصر الإنشائية التي تكوّن الهياكل الإنشائية للمبنى .

والله ولي التوفيق

Project Abstract

Structural design is the most important design for the building after the architectural design, the distribution of columns and calculation of loads and maintain durability in the best economic way and the highest safety and safety is the responsibility of the designer .

In this project, we will design the building, consisting of one block, consisting of nine levels: basement and ground floor, three floors above the ground, and four elevator levels. The total area of the project is 6156.95 m^2.

Where the project is designed to meet the goal that the project seeks to achieve is the need for Crescent Hospital for an additional building, as the number of visitors to the hospital is increasing.

It is worth mentioning that the Jordanian code will be used to determine live loads and to determine the load of earthquakes. For the structural analysis and section design, the American code (ACI_318_14) will be used. It should be noted that some computer programs will be used such as:

Autocad (2007 + 2015), ATIR, ETABS 2016, SAFE 2016, Microsof Office XP.

The project includes a detailed structural study of the identification and analysis of the structural elements and the different expected loads, and then the structural design of the elements and the preparation of the operational plans based on the design prepared for all the structural elements that are the structural structures of the building.

الإهداء

شهداؤنا الأبرار

الى من حلقت أرواحهم في السواوات العلى من أجل الإسلام ...

أسرانا الأشاوس

الى من تعاهدت أرواحهم على حراسة الدين من خلف القضبان ...

والدينا الأعزاء

الى والدينا الذين كابدوا معنا السهر والتعب فأمدوا شجرة طموحنا بغيث عطائهم..وحفوا مسيرة نجاحنا بدعواتٍ بالليل والنهار حتى كان كل ما جنينا من جهودهم نَجم...

أساتذتنا الأفاضل

الى من أمدونا ببحر علمهم الزاخر مُذ التحقنا بركب العلم والتعلم...

أصدقاؤنا وزملاؤنا الطلبة

الى كل من كان له بصمة في عملنا هذا ..الى من شاركونا حياتنا الدراسية على مدار الأعوام الماضية ..

الشكر والتقدير

على أعتاب هذا العمل في مشوار تخرجنا كان من الواجب علينا أن نبرق ببرقيات الشكر والتقدير لأصحاب العطاء ، غير أن كلمات الشكر لا تسعفنا

...

فهرس المحتويات

المحتويات	رقم الصفحة

صفحة العنوان	1
ملخص المشروع	٢
abstract	٣
الإهداء	٤
فهرس المحتويات	٦
فهرس الجداول	١٣
فهرس الأشكال	١٤
List of abbreviations	١٨
الفصل الأول المقـــدمـــة	٢٠
1-1 مقدمة	٢١
2-1 أهداف المشروع	٢١
3-1 مشكلة المشروع	٢٢
4-1 حدود المشروع	٢٢
5-1 المسلمات	22
6-1 فصول المشروع	٢٢
7-1 إجراءات المشروع	٢٣
8-1 الجدول الزمني للمشروع	٢٣
الفصل الثاني الوصف المعماري	٢٤
1-2 مقدمة	٢٥

2-2	لمحة عن المشروع	25
٢-٣	موقع المشروع	٢٦
٢-٤	أسباب اختيار المشروع	٢٦
2-٥	وصف المساقط الافقية	٢٧
2-٥-1	طابق التسوية	٢٧
2-٥-1	الطابق الارضي	٢٨
2-٥-2	الطابق الاول	٢٩
2-٥-3	الطابق الثاني	٣٠
2-5– 4	الطابق الثالث	٣١
2-5-٥	الطوابق الرابع والخامس والسادس والسابع	٣٢
٦-2	وصف الواجهات	٣٣
2-6-1	الواجهة الشمالية	٣٣
2-6-2	الواجهة الجنوبية	34
2-6-3	الواجهة الشرقية	٣٥
2-6-4	الواجهة الغربية	٣٦
٧-2	وصف الحركة في المبنى	٣٧
2 – 8	حركة الشمس والرياح 37	37
الفصل الثالث	الوصف الإنشائي	38
3-1	مقدمة	39

2-3	الهدف من التصميم الانشائي	٣٩
3-3	مراحل التصميم الانشائي	٤٠
4-3	الأحمال	40
2-4-3	الأحمال الميتة	41
3-4-3	الأحمال الحية	٤٢
4-4-3	الأحمال البيئية	42
1-4-4-3	أحمال الرياح	٤٢
1-4-4-3	أحمال الثلوج	٤٤
1-4-4-3	أحمال الزلازل	٤٤
٣-٤-٥	أحمال التمدد و الإنكماش	٤٤
3 – 5	الإختبارات العملية ٤٤	٤٤
3 – ٦	العناصر الإنشائية المكونة للمبنى	45
3-٦-1	العقدات	٤٦
3-٦-1-1	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	٤٦
3-٦-1-2	عقدات العصب ذات الاتجاهين	٤٧
3-٦-2-1	العقدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد	٤٧
3-٦-2-2	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	٤٨
3-٦-3	الأدراج	٤٩
3-٦-4	الجسور	49

3-٦-5	الأعمدة	٥٠
3-٦-6	جدران القص	٥١
3-٦-7	الأساسات	٥٢
3-7	فواصل التمدد	٥٣
3-8	برامج الحاسوب التي تم استخدامها	٥٤

الفصل الرابع	Structural analysis and design	55
4-1	Introduction	٥٦
4-2	Factored loads	٥٧
4-3	Slab thickness calculations	٥٧
4-4	Load calculations	٥٨
4-4-1	One way ribbed slab	٥٨
4-5	Design of topping	٥٩
4-6	Design of rib (١)	٦٢
4-6-1	Design of flexure of rib	٦٤
4-6-1-1	Design of positive moment	٦٤
4-6-1-2	Design for shrinkage raiforcement	65
4-6-2	Design of Rib (1) for shear	66
4-7	Design of beam	٦٨

4-7-1	Design of flexure	70
4-7-1-١	Design of negative moment	70
4-7-1-٢	Design of positive moment	72
4-7-2	Design of beam for shear	75
٤-٨	Design of column (C16)	٧٧
٤-٨-١	Factored loads	٧٧
٤-٨-٢	Bresler equation	٧٧
٤-٨-٣	Slenderness parameter	٧٨
٤-٨-٤	Calculations of design moment (buckling about x – Pny – ey)	٧٨
٤-٨-٥	calculations of magnification factor δns	٧٨
٤-٨-٦	interaction diagrams	٧٩
٤-٩	Design of staircase	٨٠
٤-٩-١	Stair case 1	٨٠
٤-٩-١-١	Minimum slab thickness for deflection is (for a simply supported one-way solid slab)	٨٠
٤-٩-١-٢	Loads	٨٠
٤-٩-١-٣	Design of slab S1 & S2	٨٢
٤-٩-٢	Stair case 2	٨٤
٤-٩-٢-١	Minimum slab thickness for deflection is (for a simply supported one-way solid slab)	٨٤

٤-٩-٢-٢	Loads	٨٤
٤-٩-٢-٣	Design of slab S1 & S2	٨٦
٤-٩-٣	Stair case 3	٨٨
٤-٩-٣-١	Minimum slab thickness for deflection is (for a simply supported one-way solid slab)	٨٨
٤-٩-٣-٢	Loads	٨٨
٤-٩-٣-٣	Design of slab S1 & S2	٨٩
٤-١٠	Design of shear wall	٩٣
٤-١٠-١	Location of Shear wall	٩٣
٤-١٠-٢	Analysis	٩٥
٤-١٠-٣	Design	٩٥
٤-١٠-٣-١	Design of shear force: (design of horizontal (reinforcement Avh	٩٥
٤-١٠-٣-٢	Design of uniform vertical reinforcement (Avv)	٩٧
٤-١٠-٣-٣	Design of vertical steel in boundary Avb	٩٧
٤-١١	Design of isolated Footing(F8)	٩٩
٤-١١-١	Materials and Loads	٩٩
٤-١١-٢	Design	١٠٠

الفصل الخامس	النتائج والتوصيات	١٠٤
5-1	النتائج	١٠٥
5-2	التوصيات	105
5-3	قائمة المصادر والمراجع	١٠٦
5-4	الملاحق(Attachments)	106

فهرس الجداول

رقم الجدول		رقم الصفحة
1-1	الجدول الزمني لمقدمة المشروع	23
1-3	الكثافة النوعية للمواد المستخدمة	41
2-3	الأحمال الحية لعناصر المبنى وفقا للكود الأردني	42
3-3	أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر	44
1-4	Mimimum thickniss of structural members	57
2-4	Calculation of the total dead load for one way rib slab	58
3-4	Calculation of the total dead load for topping	60
4-4	Calculation of the total dead load for beam (1/13)	68
5-4	Colum's data	77
6-4	Flight dead load calculations for Stair case 1	81
7-4	Landing dead load calculations for Stair case 1	81

8-4	Flight dead load calculations for Stair case 2	85
9-4	Landing dead load calculations for Stair case 2	85
10-4	Flight dead load calculations for Stair case 3	89
11-4	Landing dead load calculations for Stair case 3	89

فهرس الأشكال

رقم الشكل	الشكل	رقم الصفحة
1-2	الموقع العام للمشروع	26
2-2	مخطط طابق التسوية	27
3-2	مخطط الطابق الارضي	28
4-2	مخطط الطابق الاول	29
5-2	مخطط الطابق الثاني	30

6-2	مخطط الطابق الثالث	31
7-2	مخطط الطابق الرابع	32
8-2	الواجهة الشمالية	24
9-2	الواجهة الجنوبية	34
10-2	الواجهة الشرقية	35
11-2	الواجهة الغربية	36
1-3	مسار نقل الأحمال	41
2-3	تباين سرعة الرياح بالنسبة للإرتفاع	42
3-3	تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به	43
4-3	بعض العناصر الإنشائية الموجودة في المبنى	45
5-3	عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد	47
6-3	عقدات العصب ذات الاتجاهين	47

7-3	العقدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد	49
8-3	العقدات المصمتة ذات الاتجاهين	49
9-3	الدرج	50
10-3	المقاطع المختلفة للجسور في العقدات	50
11-3	التسليح في الجسور	50
12-3	أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع	51
13-3	جدار القص	52
14-3	أساسات منفردة	53
1-4	Topping load and moment diagram	59
2-4	(Location of rib(8	62
3-4	Rib geometry	63
4-4	Moment envelope of rib	63
0-4	Design of flexure of rib	66

66	shear Envelope of rib	6-4
67	shear reinforcement	7-4
69	Beam Geometry	8-4
69	Load of Beam	9-4
69	Moment Envelope for Beam	10-4
74	Shear Envelope for Beam	11-4
76	Shear rainforcement for Beam	12-4
84	Design of staircase 1	13-4
88	Design of staircase 2	14-4
92	Design of staircase 3	15-4
93	Shear wall location	16-4
94	Shear wall moment & shear diagrams	17-4

List of abbreviation:

D_L: Dead load.

L_L: live load.

W_u: factored total load.

L_n: clear length of member.

δ: thickness of a layer.

γ: unit weight of material.

M_n: nominal moment.

M_u: factored moment at section.

f'_c: Compression strength of concrete.

f_y: specified yield strength of non-prestressed reinforcement.

ρ: ratio of steel area.

ε_s: strain of tension steel.

Ø: strength reduction factor.

V_n: nominal shear strength.

V_u: factored shear force at section.

V_c: nominal shear strength provided by concrete.

V_s: nominal shear strength provided by shear reinforcement.

A_s: area of steel.

A_v: area of shear reinforcement.

b: width of compression face of member.

b_w: web width.

d: distance from extreme compression fibers to centroid of tension reinforcement.

h: over all thickness of member.

P_n: nominal axial load.

P_u: factored axial load.

S: spacing between bars

الفصل الأول : المقدمة

١ مقدمة

٢ أهداف المشروع

٣ مشكلة المشروع

٤ حدود المشروع

٥ المسلمات

٦ فصول المشروع

٧ إجراءات المشروع

٨ الجدول الزمني للمشروع

مقدمة:

يعد البناء أو المسكن من أهم مقومات الحياة ،وأكثرها لزوما على مر العصور ، **ومع مرور الزمن** ظهرت الحاجة الملحة الى وجود مباني متخصصة في مختلف نواحي الحياة البشرية، حيث ظهرت المباني الدينية ودور العبادة ، **كذلك المباني** الحكومية من المحاكم ودور القضاء ومجالس الدولة المختلفة، كمجالس الوزراء ومجالس النواب وغيرها، كذلك ظهرت المستشفيات والمدارس والمكتبات والمنشات الرياضية المتنوعة، هذا كله بالإضافة إلى المباني والمجتمعات التجارية والسكنية.

ومع تطور الإنسان وتطور حياته ومع الانفتاح الصناعي المستمر كان لا بد من مواكبة الأحداث لتلبية احتياجات الناس بمختلف فئاتهم وأشغالهم ، من هنا يأتي دور المهندس الذي يضع أفكاره وحلوله من اجل المضي قدما في ركب الثورة البشرية.

فالمهندس هو من يصمم وينشئ الملاذ الآمن لرجل عائد إلى بيته بعد يوم طويل مرهق ومتعب وهو ذاته من يجمع الناس تحت سقف واحد في حدث موسيقي هنا وأخر رياضي هناك ، بكل اختصار المهندس هو من يظهر أو على الأقل من يحاول أن يظهر الجمال المدفون وراء وجه الطبيعة.

محور الدراسة في هذا المشروع هو القيام بإجراء التصميم الإنشائي لمستشفى متعدد الطوابق وهو تصميم إنشائي لامتداد مستشفى الهلال الأحمر الفلسطيني في مدينة الخليل.

أهداف المشروع:

نأمل من هذا البحث بعد إكماله أن نكون قد وصلنا إلى الأهداف التالية:

١) القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري.
٢) القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
٣) تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة .
٤) إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي ومقارنتها مع الحل اليدوي.

مشكلة المشروع:

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل و التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة **للمشروع**، وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور ....**الخ**. بتحديد الأحمال الواقعة عليه ، ومن ثم تحديد أبعادها وتصميم التسليح اللازم لها ، مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ ، ومن ثم سيتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ، لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ .

حدود المشروع:

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث سيتم العمل خلال الفصلين **الثاني والأول من السنة** الدراسية **٢٠١٨-٢٠١٩ من خلال مقدمة مشروع التخرج في الفصل** الصيفي **و مشروع التخرج في الفصل الأول.**

المسلمات :-

هذا وسوف يتم:

١) اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-08M) .
٢) استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir)،(Safe)(etabs) وغيرها.
٣) **برامج اخرى مثل**: (.Microsoft Office)، (Microsoft Word)

فصول المشروع :-

يحتوي هذا المشروع على **خمسة** فصول وهي:-

الفصل الأول : يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث و أهدافه.

الفصل الثاني : يشمل الوصف المعماري للمشروع.

الفصل الثالث : يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.

الفصل الرابع : التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.

الفصل الخامس: النتائج و التوصيات .

وفي هذه المقدمة يتم إنجاز ثلاثة فصول، على أن يتم استكمال الباقي في الفصل القادم إن شاء الله.

إجراءات المشروع :-

١) 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.

٢) ودراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل **الأمان**.

٣) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

٤) تصميم العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

٥) التصميم عن طريق برامج التصميم المختلفة.

٦) إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ.

الجدول الزمني المتوقع للمشروع :-

	الفصل الصيفي								الفصل الأول																
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
اختيار المشروع																									
الدراسة المعمارية للمشروع																									
توزيع الأعمدة																									
الدراسة الإنشائية للمشروع																									
اختيار النظام الإنشائي																									
تصميم العقدات																									
تصميم الجسور																									
تصميم الأعمدة																									
تصميم الجدران																									
تصميم الأساسات																									
طباعة المشروع																									
تسليم المشروع																									

(١-١): الجدول الزمني لمقدمة المشروع

الفصل الثاني: الوصف المعماري

---

١ المقدمـــــــــــــــــة

٢ لمحة عن المشروع

٣ موقع المشروع

٤ أسباب اختيار المشروع

٥ وصف المساقط الأفقية للمبنى

٦ وصف الواجهات

٧ وصف الحركةفي المبنى

٨ حركة الشمس والرياح

مقدمة :-

تعتبر العمارة أحد أبرز 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 مابين الخيال والواقع؛ رغم أنها قد تخبئ لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها ونتفاعل مع تفاصيله.

إن بساطة المبنى ليست دليلا على بساطة العمل المعماري ، بل إن المبنى على الرغم من البساطة قد يخبئ لنا بين ثناياه من الجمال والفن المعماري في أجزاءه الداخلية ما يجعله يتفوق على الكثير من الأبنية الأخرى ، فالمبنى مهما كانت وظيفته يكون قد حقق الشروط المعمارية تماما عندما يمزج بين الجمال الحقيقي في واجهات وشكل المبنى والوظيفة التي سيؤديها ذلك المبنى وبذلك يكون قد نجح معمارياً ، لان المفهوم المعماري لا يقتصر على الشكل فحسب كما يظن البعض ؛ وإنما يحقق الوظيفة أيضاً .

إن عملية التصميم لأي منشأ أو مبنى تتم عبر عدة مراحل حتى يتم إنجازه على أكمل وجه، تبدأ أولا 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 لمرافقه، بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع الأعمدة والمحاور، وتتم في هذه العملية أيضا دراسة التهوية 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 اعتمادا على الأحمال المختلفة الواقعة عليها والتي يتم نقلها عبر هذه العناصر إلى الأسلس ومن ثم إلى التربة.

لمحة عن المشروع :

تتلخص فكرة المشروع في إنشاء امتداد لمستشفى الهلال الأحمرفي مدينة الخليل، يتمتع بجميع المرافق والأقسام اللازمة ، كما أنه يتمتع بشكل معماري جميل جدا ، أضف إلى ذلك كله أنه يحافظ على أداء الوظيفة المرجوة منه بالموازنة مع كل ما يحويه من اللمسات المعمارية لإبرازها في كثير من المنشات.

يتكون المشروع من تسعة طوابق ، بما في ذلك الطابق الأرضي والتسوية والروف، حيث أن الطوابق الرابع والخامس والسادس والسابع فقط للربط بين المبنى القديم والجديد، حيث يتكون كل طابق من غرفة تجميع ومصعد كهربائي ، وتبلغ المساحة الإجمالية للأرضيات (٦١٥٦.٩٥ متر مربع).

موقع المشروع :

يقع المشروع في مدينة الخليل في وسط المدينه، وهو يرتبط بمبنى مستشفى الهلال المعروف بالمدينة،حيث يحيط بالموقع مبان سكنية.

شكل(٢-١): الموقع العام للمشروع

أسباب اختيار المشروع:

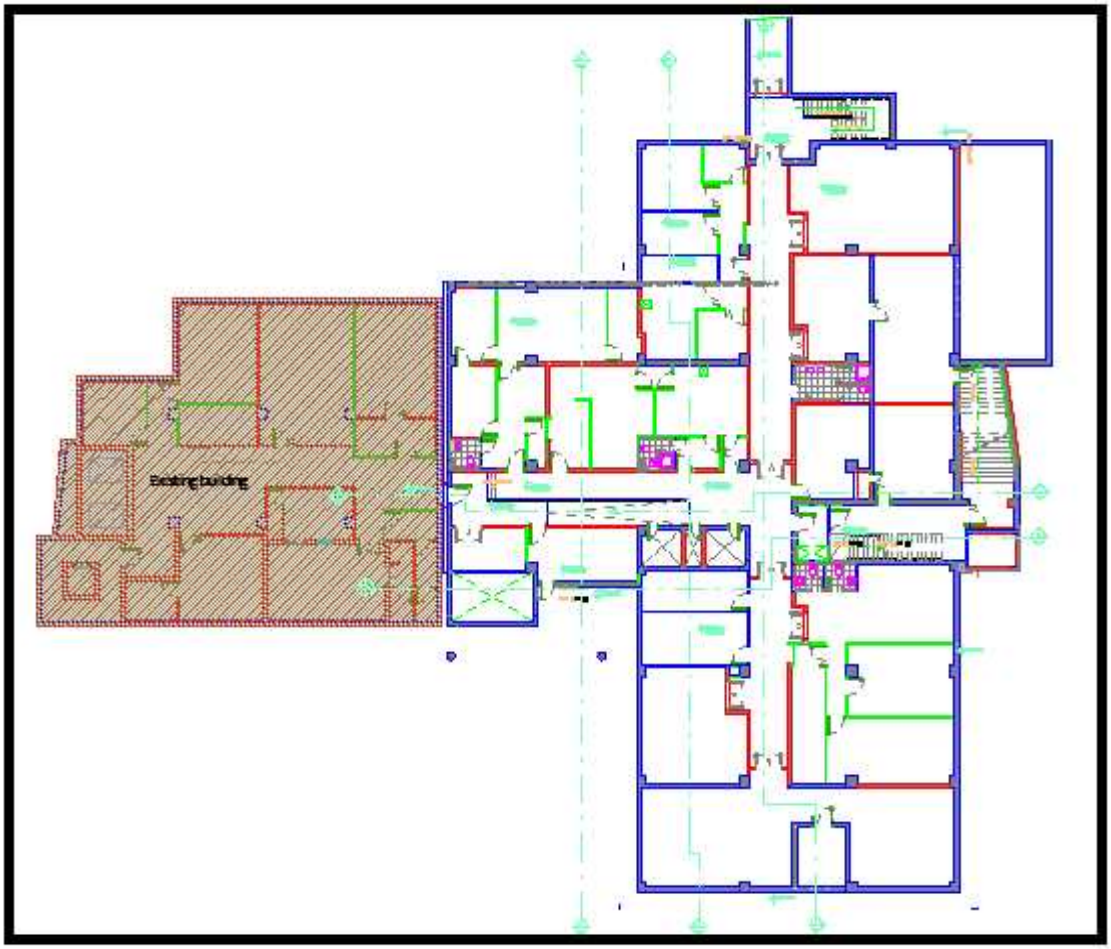
يعود السبب الرئيسي لاختيار المشروع الى وجود حاجه لعمل اقسام و خدمات اضافيه للمستشفى وبذلك تم اختيار قطعه الارض المجاوره للمستشفى القائم.

وصف المساقط الأفقية للمشروع:

طابق التسوية:

- تبلغ مساحة هذا الطابق ١٣٨٢.٢٠ متر مربع.
- منسوب سطح العقدة لهذا الطابق: 3.64- م ، ومنسوب سطح البلاط ٣.٥١-م
- يتصل مع المبنى القديم عن طريق باب يتم فتحه بينهما.
- يتم الوصول إلى هذا الطابق من خلال:
  ١) المبنى القديم، حيث يتم فتح باب من خلاله.
  ٢) ثلاثة أدراج من الطابق العلوي.
  ٣) بالإضافة إلى مصعد كهربائي للتنقل بين طوابق المبنى.
- وظائف الفراغات في هذا الطابق:

يتكون هذا الطابق من فراغات تخزين وصيانة ميكانيكية وصيدلية وثلاجة موتى، وقسم أرشفة ، وغرفة تكنولوجيا وغرفة تعبئة وتغليف وغرفة صيانة وغرفة غاز وغرفة تحكم، وغرف للمرضى وغرف تقنيات، ومكاتب، بالإضافة إلى مضخة مياه.

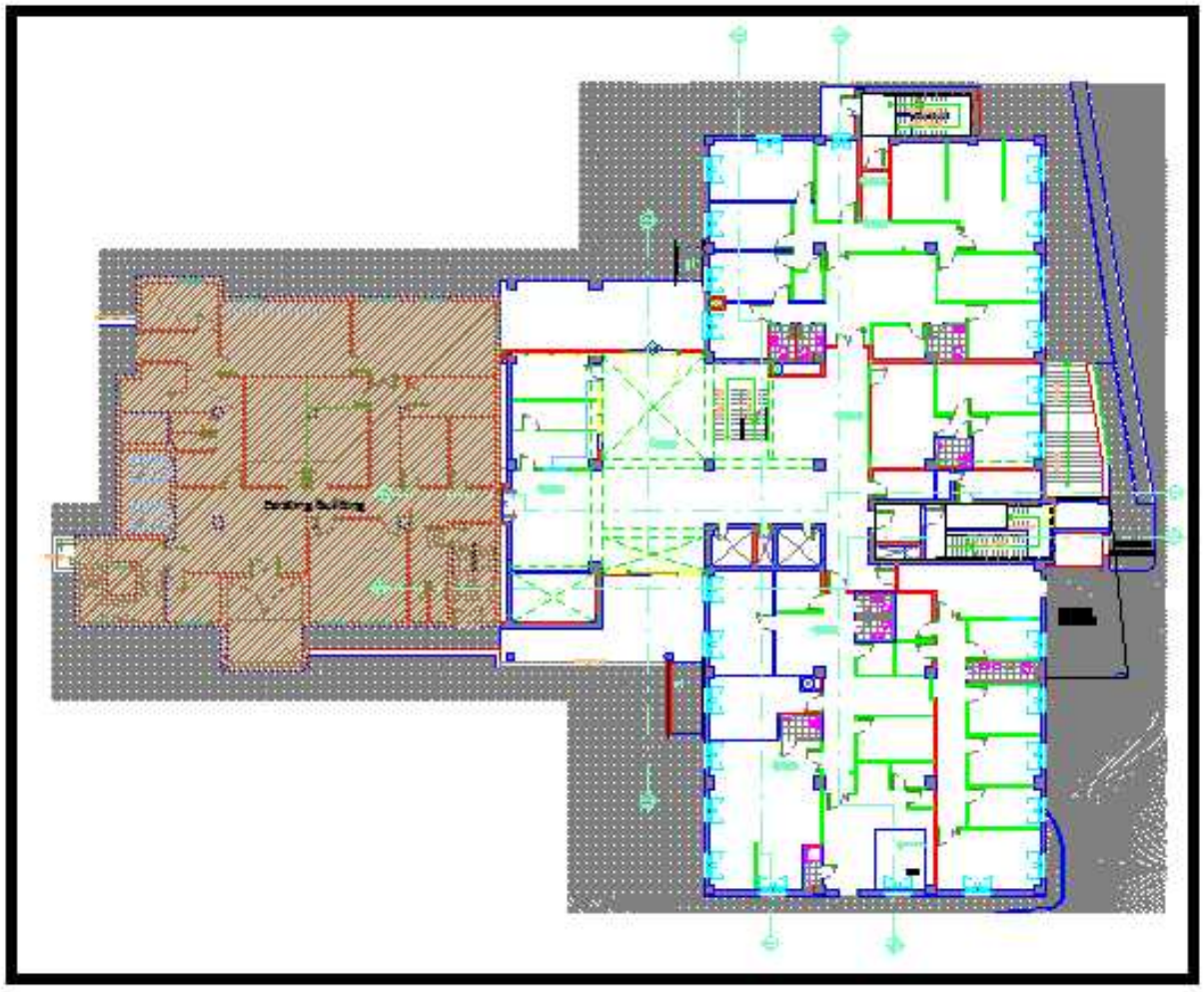


شكل (٢-٢): مخطط طابق التسويه

الطابق الارضي:

- تبلغ مساحة هذا الطابق ١١٦٤.٠٤ متر مربع.
- منسوب سطح العقدة لهذا الطابق: 0.00 م ، ومنسوب سطح البلاط ٠.١٣+م
- يتصل مع المبنى القديم عن طريق باب يتم فتحه بينهما.
- يتم الوصول إلى هذا الطابق من خلال:
  ١) المبنى القديم، حيث يتم فتح باب من خلاله.
  ٢) أربعة أدراج: ثلاثة من الطابقين العلوي والسفلي، والرابع من الطابق العلوي.
  ٣) ثلاثة مداخل من خارج المبنى.
  ٤) بالإضافة إلى مصعد كهربائي للتنقل بين طوابق المبنى.
- وظائف الفراغات في هذا الطابق:

يتكون هذا الطابق من مختبر كيميائي ومختبر للفحص المجهري، وصيدلية، ومكاتب، وغرفة كهرباء، وغرف تكنولوجيا ،وغرف انتظار للمرضى، وغرفة فرز وغرفة تجبير الجص وغرفة إجراءات وغرفة مراقبة وغرفة تدريب وغرفة تبرع بالدم وغرفة معالجة بنك الدم وغرفة تشريح مَرَضي، ومساحة انتظار ومساحة استشارة، والإدارة، وقسم للخدمة وآخر للمحاسبة.

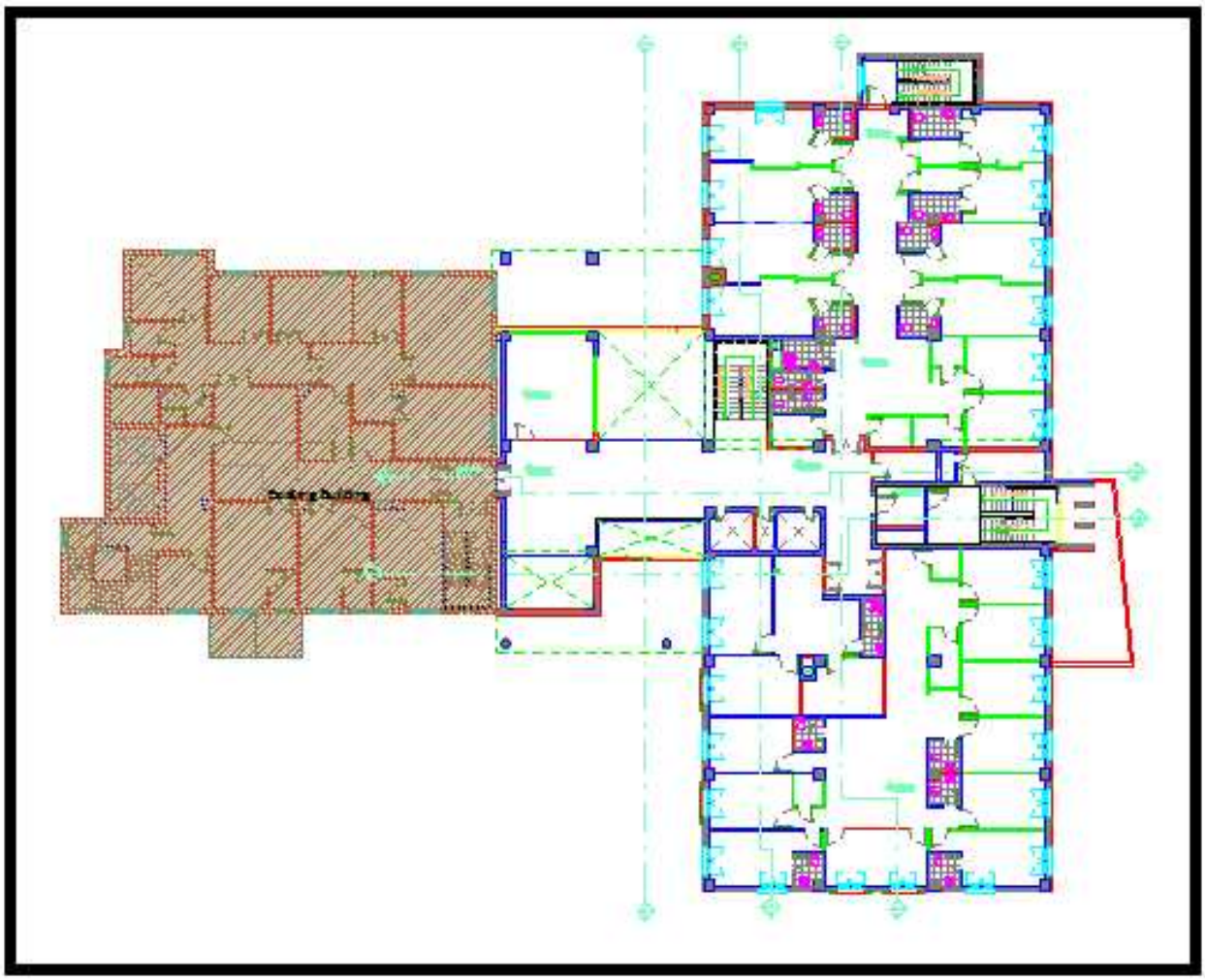


شكل (٢-٣): مخطط الطابق الأرضي

الطابق الأول :

- تبلغ مساحة هذا الطابق ١٢٢١.٠٣ متر مربع.
- منسوب سطح العقدة لهذا الطابق: ٣.٦٤+ م ، ومنسوب سطح البلاط ٣.٧٧+م
- يتصل مع المبنى القديم عن طريق باب يتم فتحه بينهما.
- يتم الوصول إلى هذا الطابق من خلال:
  ١) المبنى القديم، حيث يتم فتح باب من خلاله.
  ٢) ثلاثة أدراج من الطابقين العلوي والسفلي.
  ٣) بالإضافة إلى مصعد كهربائي للتنقل بين طوابق المبنى.
- وظائف الفراغات في هذا الطابق:

يتكون هذا الطابق من وحدة عناية مركزة للأطفال مكونة من ٧ أسرة، ووحدات أورام المرضى الداخليين،وغرف نوم للمرضى، وغرفة علاج، وغرفة علاج تخطيطي، وغرف انتظار، وغرفة إجراءات، وغرف استراحة للآباء،وغرفة لعب للأطفال، وغرفة كهرباء، وغرفة جهاز تقني، وغرف تكنولوجيا ، ومخازن عامة ومخزن دواء، وغرفة وتعبئة وتغليف.

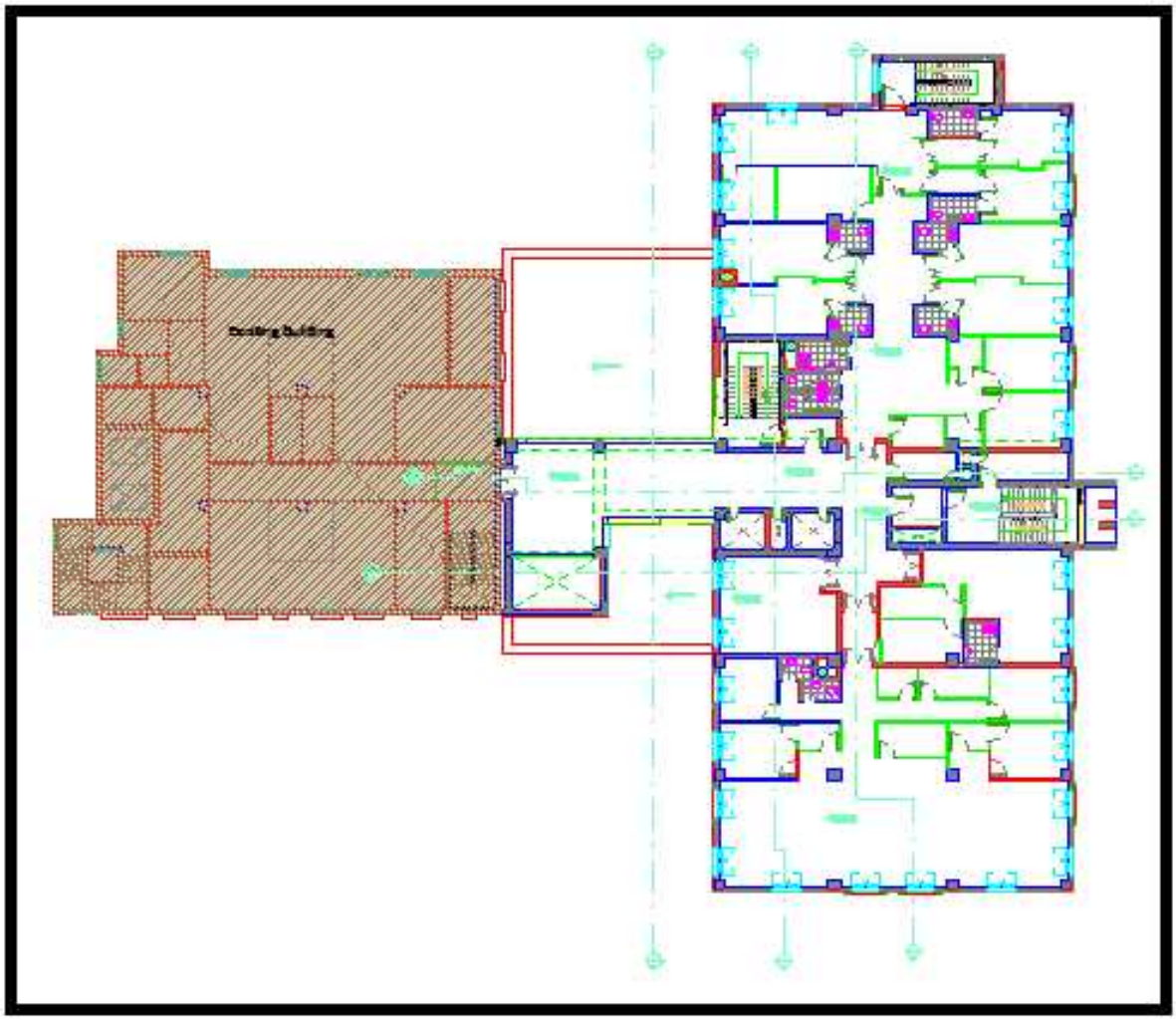


شكل (٢-٤): مخطط الطابق الأول

الطابق الثاني :

- تبلغ مساحة هذا الطابق ١٠٣٥.٤٥ متر مربع.
- منسوب سطح العقدة لهذا الطابق: ٧.٢٨+ م ، ومنسوب سطح البلاط ٧.٤١+م
- يتصل مع المبنى القديم عن طريق باب يتم فتحه بينهما.
- يتم الوصول إلى هذا الطابق من خلال:
  ١) المبنى القديم، حيث يتم فتح باب من خلاله.
  ٢) ثلاثة أدراج من الطابقين العلوي والسفلي.
  ٣) بالإضافة إلى مصعد كهربائي للتنقل بين طوابق المبنى.
- وظائف الفراغات في هذا الطابق:

يتكون هذا الطابق من وحدة عناية مركزة للأطفال مكونة من ٧ أسرة، ووحدات أورام المرضى الداخليين،وغرف نوم للمرضى، وغرفة علاج، وغرفة علاج تخطيطي، وغرف انتظار، وغرفة إجراءات، وغرف استراحة للآباء،وغرفة لعب للأطفال، وغرفة كهرباء، وغرفة جهاز تقني، وغرف تكنولوجيا ، ومخازن عامة ومخزن دواء، وغرفة تعبئة وتغليف.

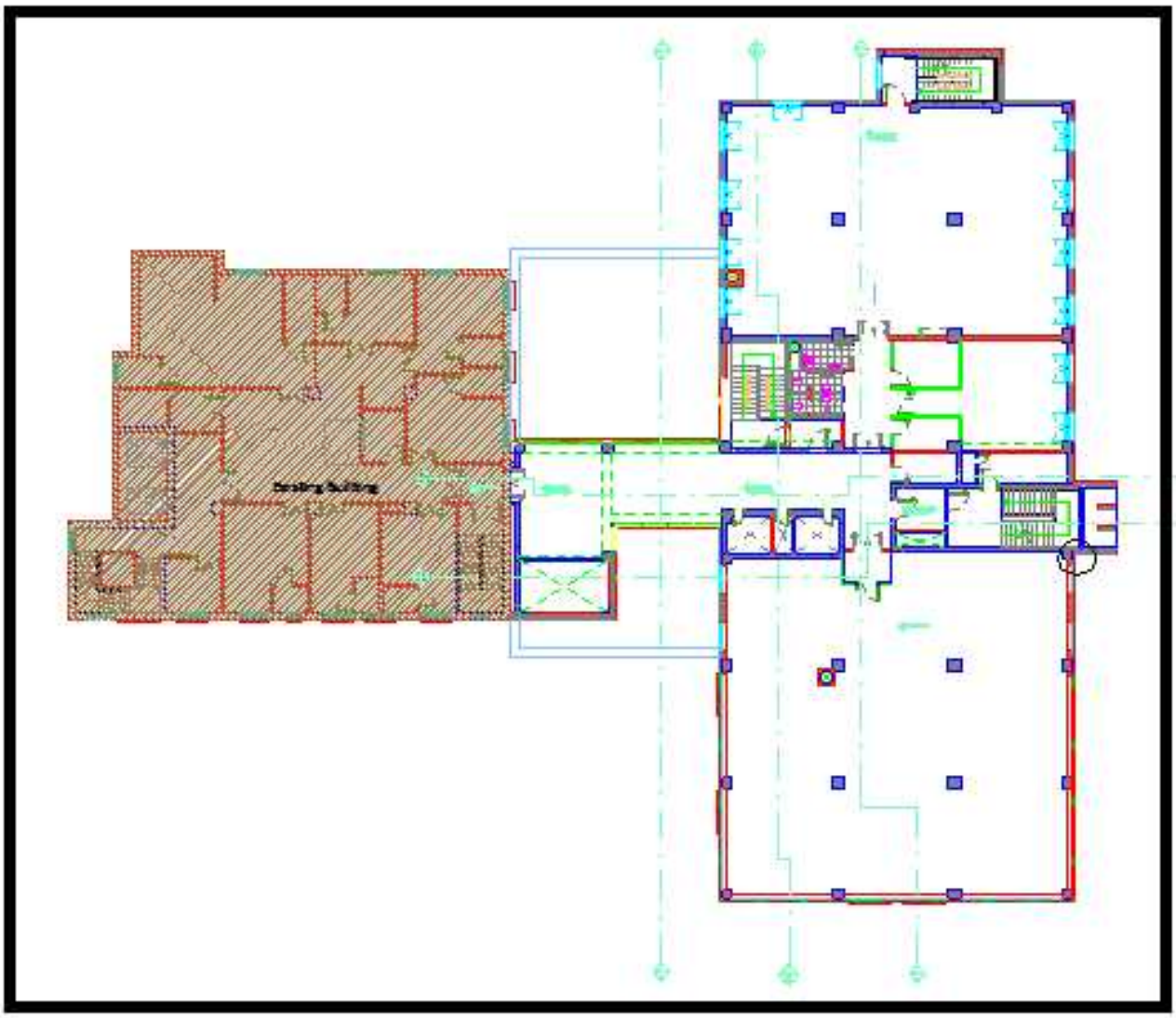


شكل (٢-٥): مخطط الطابق الثاني

الطابق الثالث:

- تبلغ مساحة هذا الطابق ١٠٣٥.٨٥ متر مربع.
- منسوب سطح العقدة لهذا الطابق: ١٠.٩٢+ م ، ومنسوب سطح البلاط ١١.٠٥+م.
- يتصل مع المبنى القديم عن طريق باب يتم فتحه بينهما.
- يتم الوصول إلى هذا الطابق من خلال:
  ١) المبنى القديم، حيث يتم فتح باب من خلاله.
  ٢) ثلاثة أدراج: اثنان من الطابقين العلوي والسفلي، وآخر من السفلي فقط.
  ٣) بالإضافة إلى مصعد كهربائي للتنقل بين طوابق المبنى.
- وظائف الفراغات في هذا الطابق:

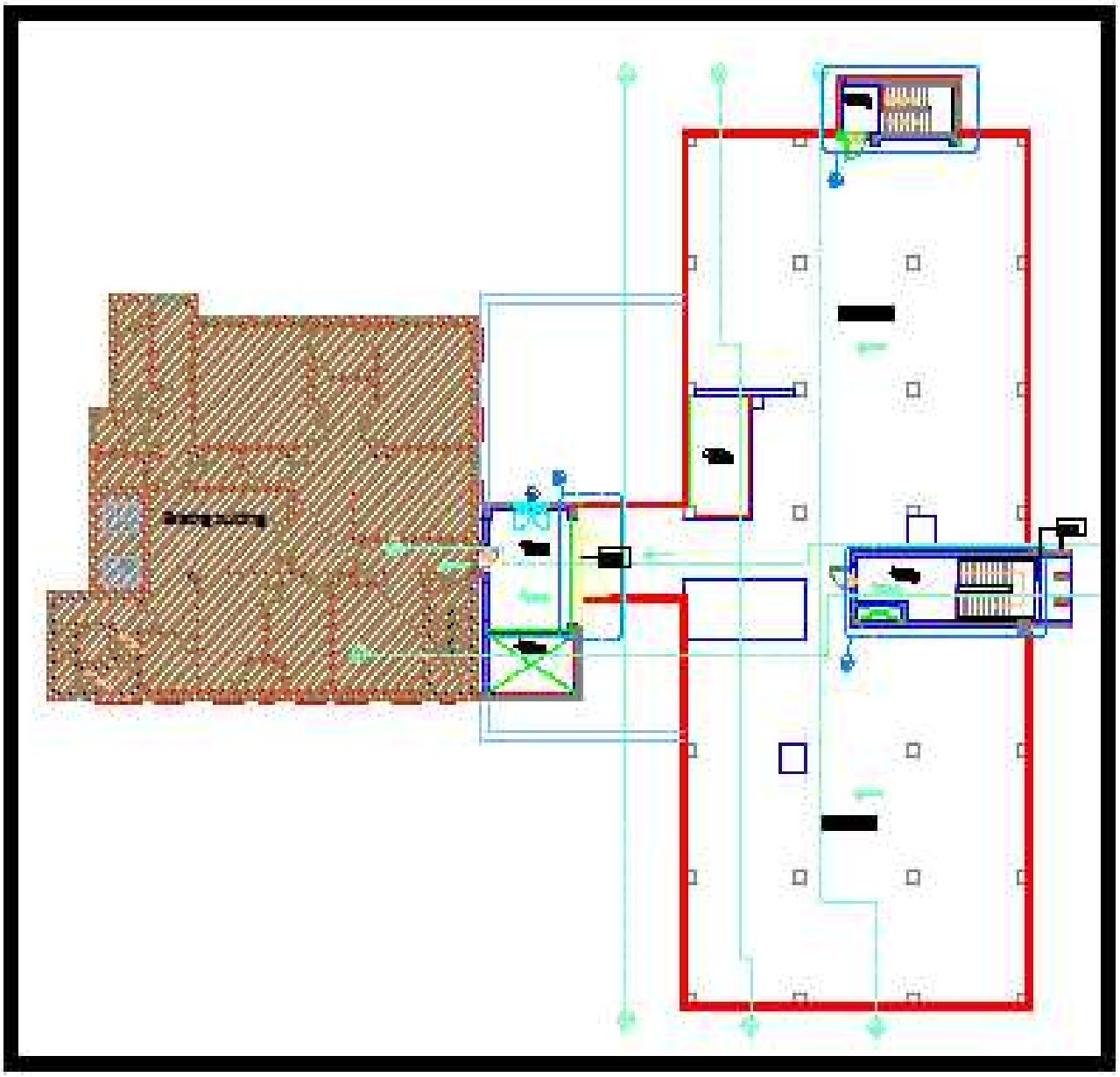
يتكون هذا الطابق من مُصلّى وصالة، وغرفة كهرباء، وغرف تكنولوجيا ، ومخزن.



شكل (٢-٦): مخطط الطابق الثالث

الطوابق الرابع والخامس والسادس والسابع:

- يتصل كل طابق من هذه الطوابق بباب بين كل طابق للمبنى القديم.
- يتكون كل طابق من هذه الطوابق من غرفة تجميع ومصعد كهربائي للربط بين طوابق المبنى.
- كما يضاف إلى الطابق الرابع درجان للربط بينه وبين الطابق السفلي، ومساحة روف.



شكل (٢-٧): مخطط الطابق الرابع

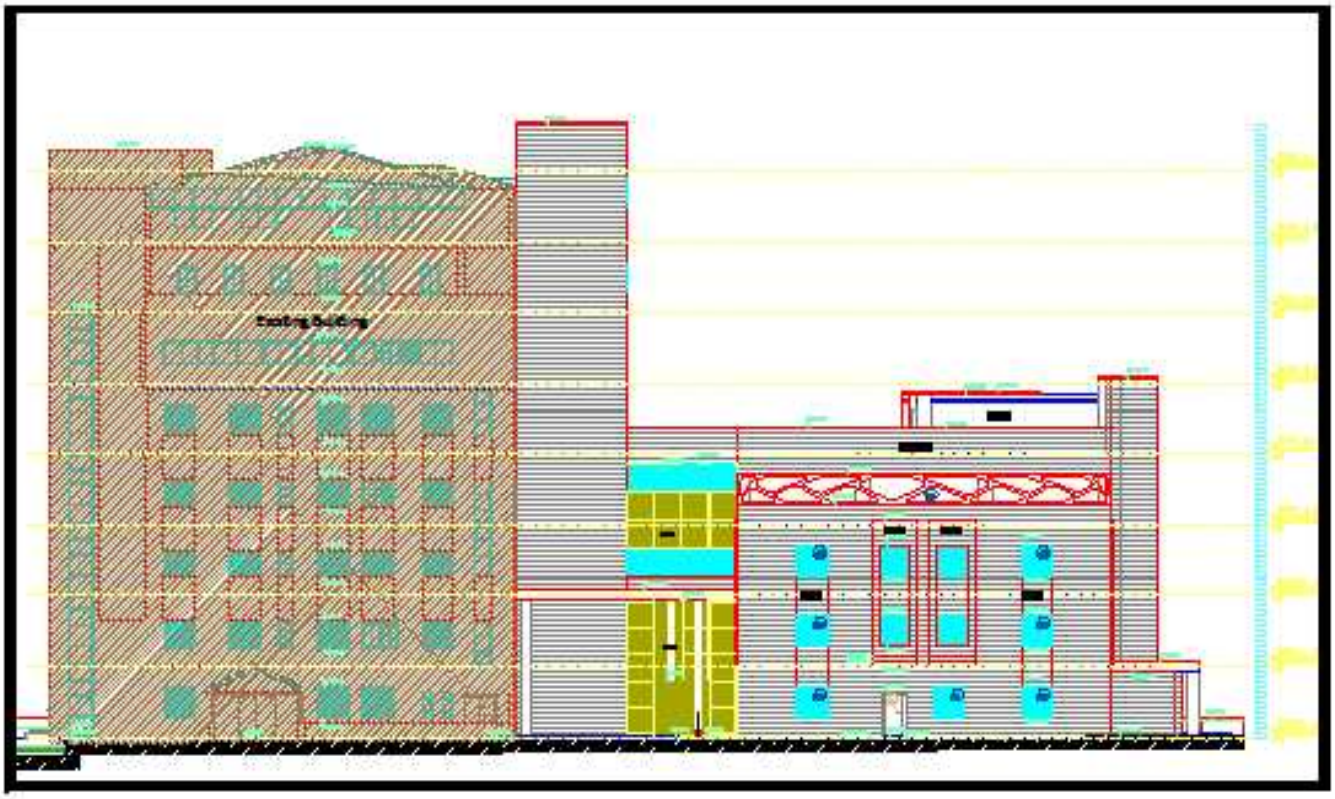
وصف الواجهات :

إن الواجهات المنبثقة عن أي تصميم تعطي الانطباع الأول عن المبنى، حيث يظهر من خلال التصميم المعماري لواجهات هذا **المشروع** استخدام الطراز الحديث.

كما أن المواد الرئيسية التي تم استخدامها في عملية البناء هي الخرسانة المسلحة , والخرسانة العادية وبعض الأنواع من الحجر، شريطة مناسبتها لشروط مقاومة الظروف الجوية وتوفير عنصر الجمال .

الواجهة الشمالية :

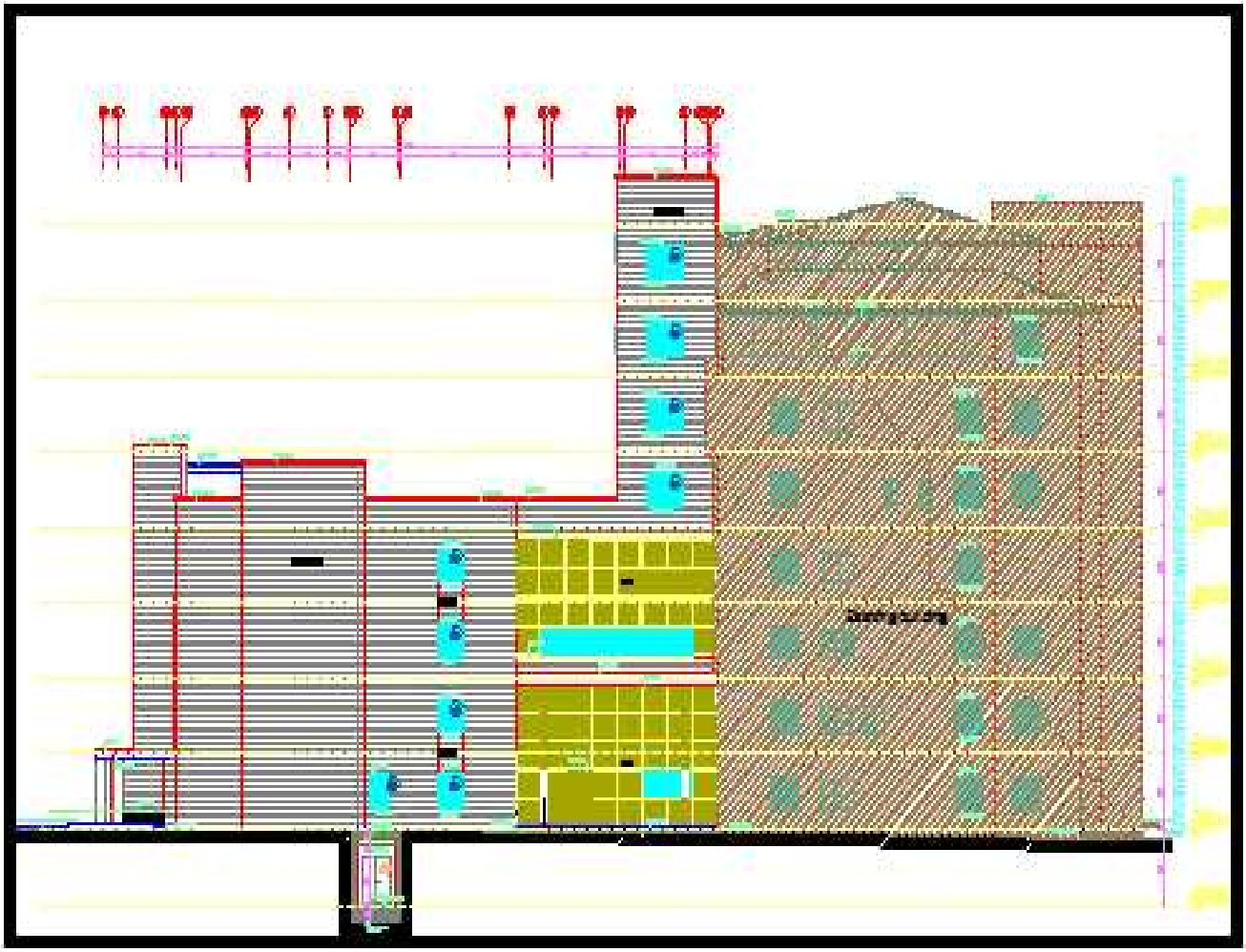
هذه هي الواجهة الرئيسية للمبنى، حيث أن المدخل الأساسي يكون من خلالها، فهي الواجهة التي تقابل الزوار.



شكل (٢-٨): الواجهة الشمالية

الواجهة الجنوبية :

تكون هذه الواجهة بالاتجاه الخلفي للمبنى، كما ويوجد مدخل فرعي من خلالها نحو المبنى.



شكل (٢-٩): الواجهة الجنوبية

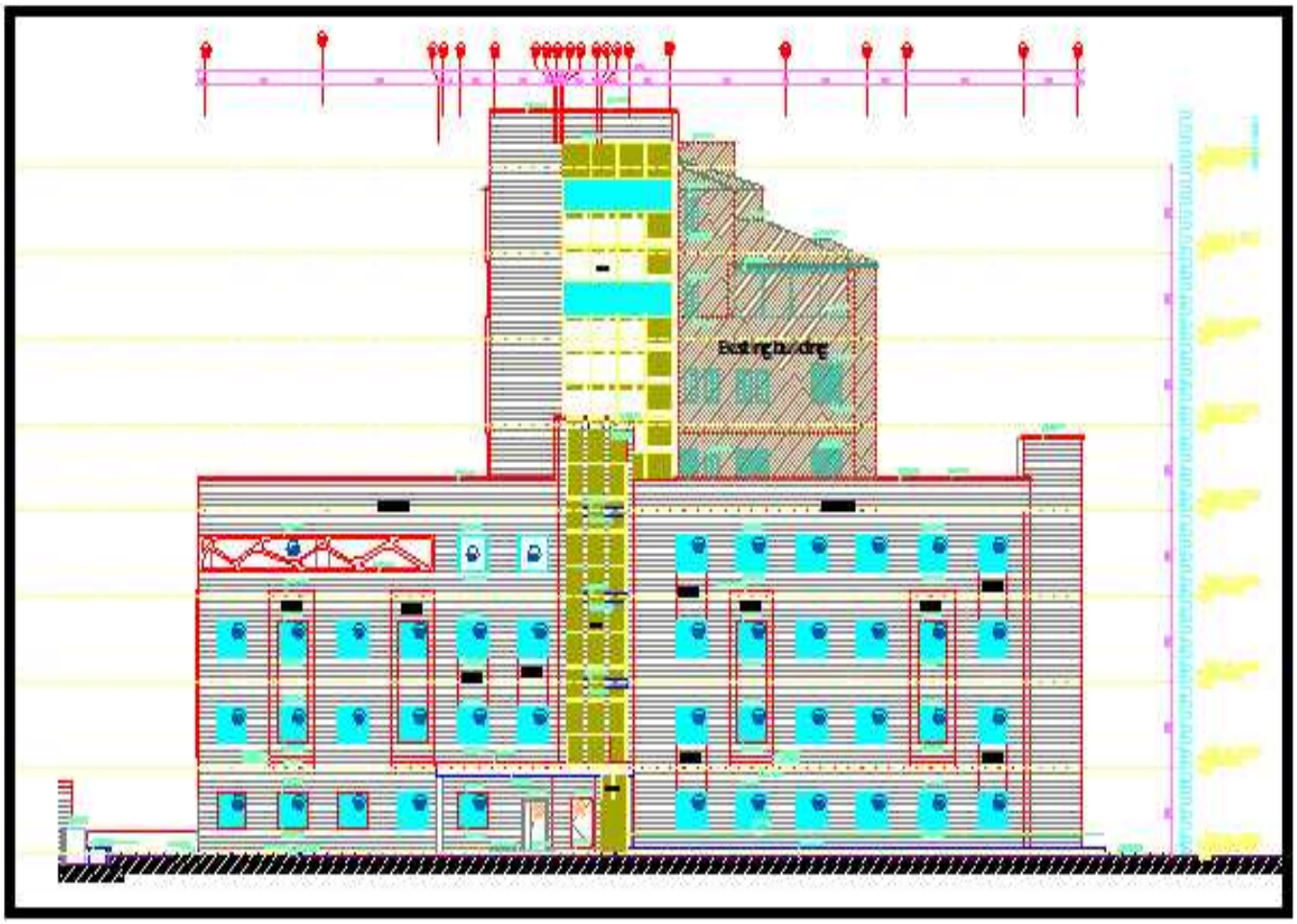
الواجهة الشرقية:

وإن كانت هذه الواجهة **تطل على الشارع** الرئيسي، إلا أنها ليست هي الرئيسية، فلا يوجد مدخل هنا، كما ويغطي المبنى القديم نسبة كبيرة منها، وكذلك تقع على الجانب الأيمن من المدخل الرئيسي.

شكل (٢-١٠): الواجهة الشرقية

الواجهةالغربية:

تقع على الجانب الأيسر من المدخل الرئيسي، كما ويوجد بها مدخل فرعي للمبنى.



شكل (٢-١١): الواجهة الغربية

وصف الحركة في المبنى:

تأخذ الحركة أشكالاً عدة سواء من داخل المستشفى إلى خارجه أو بالعكس، حيث تقع الطوابق على مستويات مختلفة فوق مستوى سطح الأرض، وتتنوع أشكال الحركة إلى أفقية في المستوى الواحد من خلال الممرات والمساحات الفارغة، حيث تتناسب الحركة مع وظيفة الفراغ، وأيضاً الحركة الرأسية من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية بين مستويات الطوابق المختلفة.

حركة الشمس والرياح:

تعتبر دراسة حركة الرياح والشمس من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فيجب معرفة تأثير كل منهما على المبنى ليتسنى تقسيمه إلى فراغات تتناسب وتوجيهه المناخي، بحيث يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية والإنارة الطبيعية.

الفصل الثالث : الوصف الإنشائي

---

١ مقدمة

٢ الهدف من التصميم الإنشائي.

٣ مراحل التصميم الإنشائي.

٤ الأحمال.

٥ الاختبارات العملية.

٦ العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

٧ فواصل التمدد.

٨ برامج الحاسوب.

مقدمة

بعد دراسة المشروع من الناحية المعمارية في الفصل السابق لابد من الإنتقال لدراسة المشروع من الناحية الإنشائية و ذلك بدراسة العناصر الإنشائية ووصفها وصفاً دقيقاً حيث يتم دراسة طبيعة الأحمال المسلطة على المبنى بمختلف أنواعها وكيفية التعامل معها للخروج بتصميم إنشائي يلبي جميع المتطلبات الوظيفية و التشغيلية للمبنى ويحقق عامل الأمان المطلوبضمن محددات التكلفة الإقتصادية للمشروع .

كما يتطلب التصميم الإنشائي اختيار العناصر الإنشائية المناسبة للمشروع المراد بما يتناسب مع الوظيفة المعمارية التي صمم لأجلها مع مراعاة عدم التضارب مع المخططات المعمارية الموضوعة ومراعاة قابلية تنفيذها على أرض الواقع بحيث يكون المبنى آمناً، ويحافظ على التصاميم المعمارية.

الهدف من التصميم الانشائي

يعتبر التصميم الإنشائي عملية متكاملة تلبي مجموعة من الأهداف والعوامل التي من شأنها الخروج بمنشأ يحقق الأهداف الوظيفية المرجو منه,و تتلخص هذه الأهداف:-

- عامل الأمان (Factor of Safety): يتم تحقيقه عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائيةقادرة على تحمل القوى المسلطة على المبنى و الإجهادات الناتجة عنها.
- التكلفة الاقتصادية(Economical):-يتم تحقيقها عن طريق اختيار مواد البناء والمقاطع الإنشائيةالمناسبة في مرحلة التصميم تضمن متطلبات الأمان وبأقل تكلفة اقتصادية و كافية للغرض الذي ستستخدم من أجله.
- ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability):-تجنب أي خلل في المنشأمثل الهبوط الزائد (Deflection) و ظهور التشققات (Cracks) التي تؤثرسلباً على المنظر المعماري وتبعدظروف الراحة المطلوبة في المبنى.
- الحفاظ على التصميم المعماري للمنشأ.

ولهذا فأن التصميم الإنشائي الذي يراد القيام به في مشروعنا هو تصميم المقاطع الإنشائية للعناصر الحاملة وفقاًللكود الأمريكي (ACI318-11) (American Concrete Institute)، ولتحديد أحمال الزلازل فسيتم لستخداماالكود(UBC97) ولستخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية.

مراحل التصميم الانشائي

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:-

المرحلة الأولى :

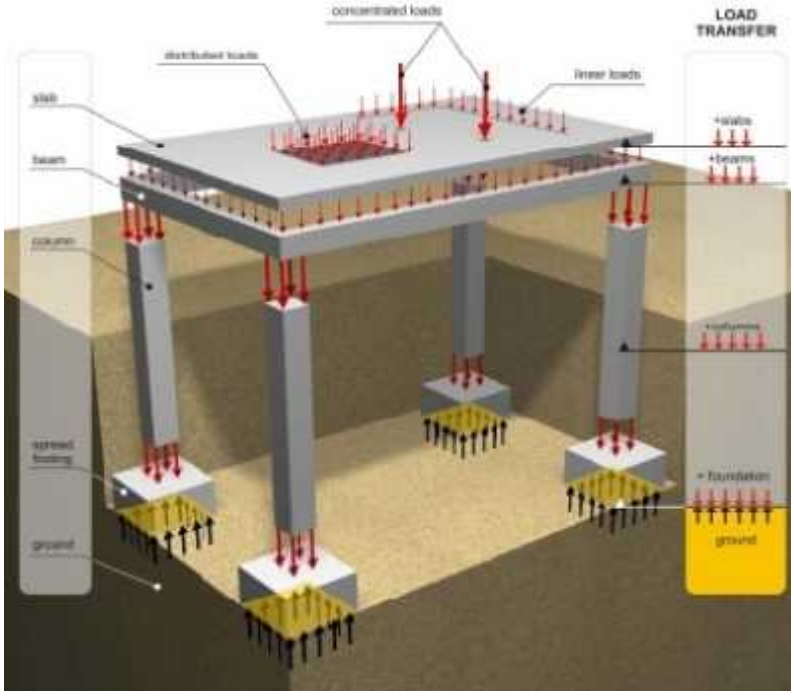
وتشمل الدراسة الأولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه، وتحديد مواد البناء التي سوف يتم **إ**عتمادها **للمشروع**، و اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشروع من توزيع للأعمدة والجسور واختيار انواع العقدات المناسبة وتوزيع جدران القص واختيار الأبعاد الاولية للمقاطع تمهيداً لدراستها وتصميمها بشكل دقيق في المرحلة الثانية في التصميم الإنشائي.

المرحلة الثانية:

تتمثل في التصميم الإنشائي لكل جزء من أجزاء المنشأ ، بشكل دقيق وفقاً للنظام الإنشائي الذي تمّ **إ**ختياره **ودراسة** المشروع باستخدام البرامج الهندسية ونمذجة العناصر ونقل الأحمال إليها ودراسة سلوكها وتصميمها ضمن محددات الكود **المستخدم ولستخراج المخططات** الإنشائية اللازمة لها من حيث رسم المساقط الأفقية والقطاعات الرأسية وتفاصيل تفريد حديد التسليح في كل عنصر من **هذه العناصر** ، تمهيداً لتنفيذها على أرض الواقع ضمن حدود الجدول الزمني للمشروع بشكل علم.

الأحمال:

هي مجموعة القوى **المؤثرةعلى المبنىوتقسم لعدة أنواع من الأحمال** لابد من حسابها بشكل دقيق من أجل دراسة وتصميم العناصر الإنشائية تحت تأثير هذه الأحمال وتكون وظيفة **ا**لنظام الإنشائيالذي تم اختياره ، نقل جميع الأحمال الرأسية أو الأفقية التي يمكن أن يتعرض لها المنشأ إلى الأرض بأمان وفق مسار الأحمال حيث يتم نقل الأحمال من العقدات إلى الجسور ومن الجسور إلى الأعمدة ومن الاعمدة إلى الأساسات بمختلف انواعاها والتي بدورها تنقل الأ**حمال إلى الأرض** ، والشكل التالي يوضح مسارنقل الأحمال:



الشكل (٣-١) :مسار نقل الأحمال Load path from structure to the ground

تقسم الأحمال التي يتعرض لها المبنى إلى أنواع مختلفة وهي كما يلي:-

الأحمال الميتة:

وتشمل الأحمال الناتجة عن الوزن الذاتي للعناصر الرئيسة التي يتكون منها المنشأ، **بصورة دائمة وثابتة**، من حيث **المقدار والموقع** ، بالإضافة لأجزاء إضافية كالقواطع الداخلية باختلافها وأي أعمال ميكانيكية أو إضافات **تنفذ بشكل دائم وثابت في المبنى**، ويمكن حسابها من خلال تحديد أبعاد العنصر الإنشائي، وكثافات المواد المكونة له ، **والجدول** (٣-١) يبين 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 الإسمنتية	22
5	الرمل	١٧

جدول (٣-١) : الكثافة النوعية للمواد المستخدمة.

(Partition load) = ١.٥ kN/m^2

الأحمال الحية:-

وهي الأحمال التي تتغير من حيث القيمة والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثث، الأجهزة ، والمعدات واحمالالتنفيذ كالخشب والمعدات وتعتمد قيمة هذه الأحمال على طبيعة الاستخدام للمنشأ وتحددها كودات البناء المعمول بها في كل بلدوالجدول (٣-٢) يبين الأحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني.

الرقم	الاستخدام	الحمل الحي (KN/m^2)
1	المباني السكنية	٢
٢	المستشفيات	٥
٣	الكراجات (سكني)	٢.٥
٤	الممرات و المداخل و الأدراج و الشرفات	3

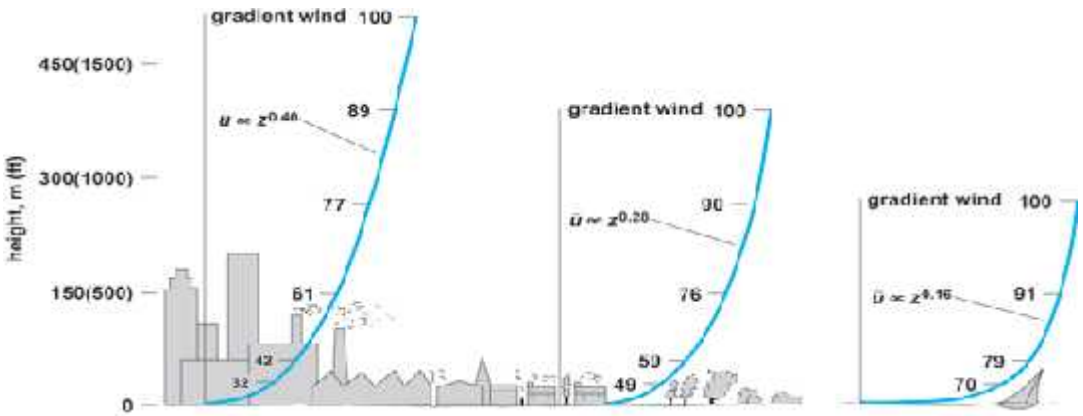
جدول (٣-٢) : الأحمال الحية لعناصر المبنى وفقاً للكود الأردني .

الأحمال البيئية :-

وتشمل الأحمال التي تنتج بسبب التغيرات في الظروف الطبيعية التي تمر على المنشأ كالثلوج والرياح وأحمال الهزات الأرضية والأحمال الناتجة عن ضغط التربة، وهي تختلف من حيث القيمة والاتجاه من منطقة لأخرى، و يمكن إعتبارها جزءاًمن الأحمال الحية وهي كما يلي:-

أحمال الرياح :

أحمال الرياح تؤثر بقوى أفقية على المبنى، ولتحديد أحمال الرياح تم الاعتماد على سرعة الرياح القصوى التي تتغير بتغير ارتفاع المنشأ عن سطح البحر وموقعه من حيث إحاطته بمباني مرتفعة أو وجود المنشأ نفسه في موقع مرتفع أو منخفض و العديد من المتغيرات الأخرى و الشكل التالي يوضح تباين سرعة الرياح بالنسبة للإرتفاع :



الشكل (٣-٢) :تباين سرعة الرياح بالنسبة للإرتفاع variation of wind velocity with height

ولتحديد حمل الرياح سوف يتم استخدام(UBC-97) وذلك وفق هذه المعادلة:

$$p = c_e . c_q .$$

Where:

p: design wind

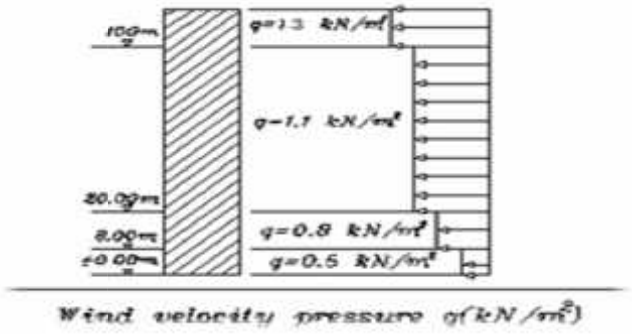
c_e: combined l

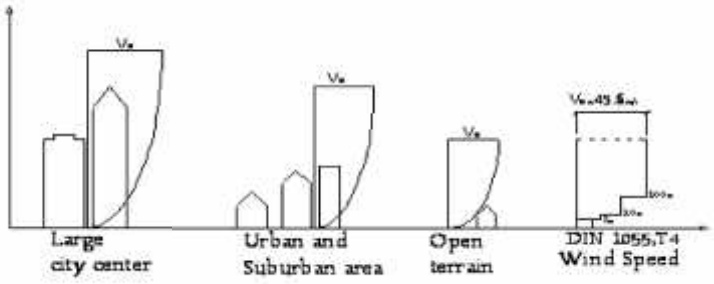
c_q: pressure co

q_s: The pressu

mo

l_w: Importanc





الشكل (٣-٣) : تأثير الرياح على المباني من حيث ارتفاع المبنى والبيئة المحيطة به.

أحمال الثلوج :

تعتمد أحمال الثلوج على ارتفاع المنطقة عن سطح البحر، وعلى شكل السقف ، ويتم تحديدها باستخدام كودات البناء المختلفة ، من خلال جداول تأخذ ارتفاع المُنشأ عن سطح البحر و زاوية ميل السقف كأساس لتحديد قيمة القوى التي تؤثر بها على المنشأ.

و الجدول التالي يبين قيم أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر وفقاً للكود الأردني .

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

جدول (٣-٣) : أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.

أحمال الزلازل :

تنشأ الزلازل بسبب الحركة النسبية لطبقات الأرض المختلفة في الظروف الجيلوجية وينتج عن هذه الحركة اهتزازات أفقية ورأسية تسبب قوى قصو عزوم واجهادات تؤثر على المنشأة، ويجب أن تؤخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار عند تصميم العناصر الإنشائية وذلك لضمان مقاومة المبنى للزلازل في حال حدثت وبالتالي التقليل من الأضرار المحتملة نتيجة حدوثها .

وسيتم مقاومتها في هذا المشروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بحيث لا تقل عن ٣ جدران و تماشياً مع الظروف المعمارية الموجودة ومطابقة مركز كتلة المبنى مع مركز الصلابة قدر الإمكان أثناء عملية التصميم.

أحمال التمدد و الإنكماش:

وهي أحمال ناتجة عن تمدد وانكماش العناصر الخرسانية للمبنى نتيجة اختلاف درجات الحرارة خلال فصول السنة، ويتم اخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار من خلال توفير فواصل التمدد الحراري داخل المبنى بالرجوع على الكود المستخدم في التصميم.

الاختبارات العملية

قبل البدء بالدراسة الإنشائية للمبنى ، لا بد من عمل الدراسات الجيو تقنية للموقع وتشمل استكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية و إجراء فحوصات للتربة لمعرفة قوة تحملها ومواصفاتها ونوعها ، ومعرفة منسوب المياه الجوفية وعمق الطبقة التأسيسية المناسبة لوضع الأساسات ، ويتم ذلك بعمل ثقوب استكشاف في التربة بأعداد وأعماق مدروسة ، وأخذ العينات المستخرجة من أرض الموقع لعمل فحوصات التربة اللازمة عليها ، ومن هذه الفحوصات:

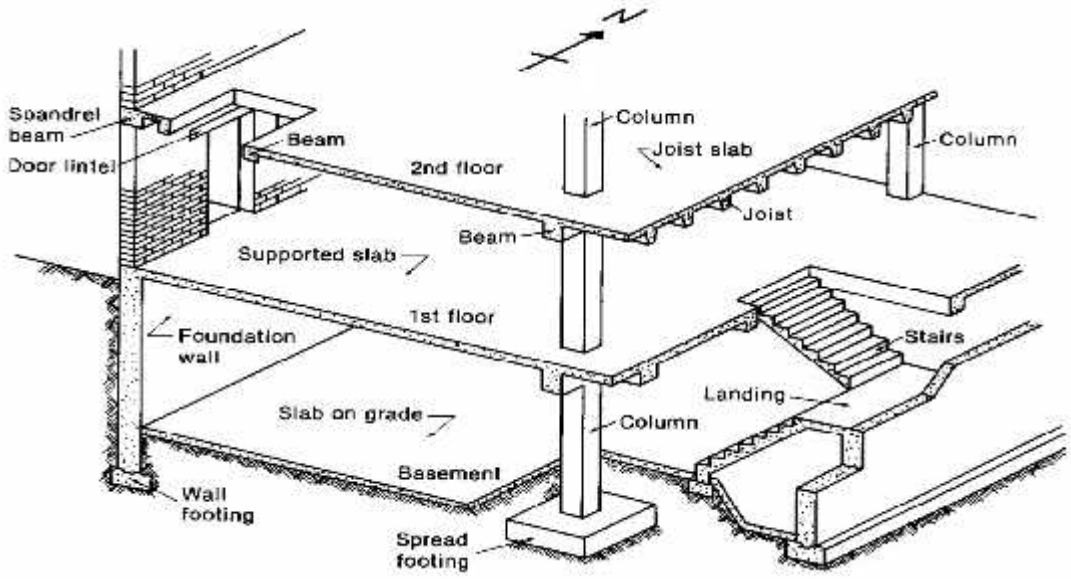
- Unconfined Compression test
- Triaxial test .
- Unconfined Shear test.

لإستخراج نتائج وقيم قوة تحمل التربة للأعمال الواقعة عليها من المبنى ومقدار الضغط الجانبي المؤثر على الجدران الجانبية الإستنادية و الذي يعتمد على نوع التربة وذلك لإختيار أنواع الأساسات وطريقة تنفيذها التي تحقق المطلوب في عملية نقل الأحمال.

العناصر الإنشائية:

تتكون المباني من مجموعة عناصر إنشائية **التي تعمل معاً بشكل متكامل لتقاوم الأحمال الواقعة على البناء** وتجعل منه منبى قائماً يؤدي وظيفته التي صمم من اجلها **وتشمل**:-

١) **الأساسات** Foundation .
٢) **الأعمدة** Columns .
٣) **الجسور** Beams .
٤) **العقدات** Slabs .
٥) **جدران القص** Shear walls .
٦) **الأدراج** Stairs .
٧) جدران استنادية Retaining Walls .
٨) **جدران حاملة** Bearing Walls .
٩) **فواصل** إنشائية Joint System.



الشكل(٣-٤)بعض العناصر الإنشائية الموجودة في المبنى .

ويحتوي المشروع العناصر التالية:-

العقدات :-

هي عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرأسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور و الأعمدة و الجدران و الدراج و الأسلست، دون تعرضها إلى تشوهات.

ونظراً لوجود العديد من الفعاليات المختلفة في المبنى ومراعاة للمتطلبات المعمارية فإنه سيتم استخدام أنواع العقدات التالية في المشروع:-

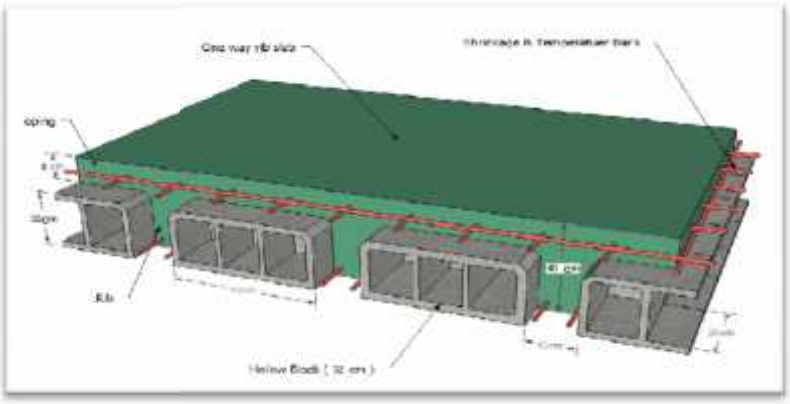
١. البلاطات المصمتة (Solid Slabs) المستخدمة في مكرر بيت الدرج وتقسم إلى :-
   - العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab).

٢. البلاطات المفرغة (Ribbed Slabs) وتقسم إلى :-
   - عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).
   - عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).

هذا وتستخدم عقدات الأعصاب ذات الاتجاه الواحد في تغطية المساحات التي تتراوح فيها الأبعاد بين الأعمدة من ٥ الى ٦ متر , أما عقدات العصب ذات الاتجاهين فتستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبياً، و في التصميم الانشائي لهذا المشروع سنستخدم كلا النوعين.

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

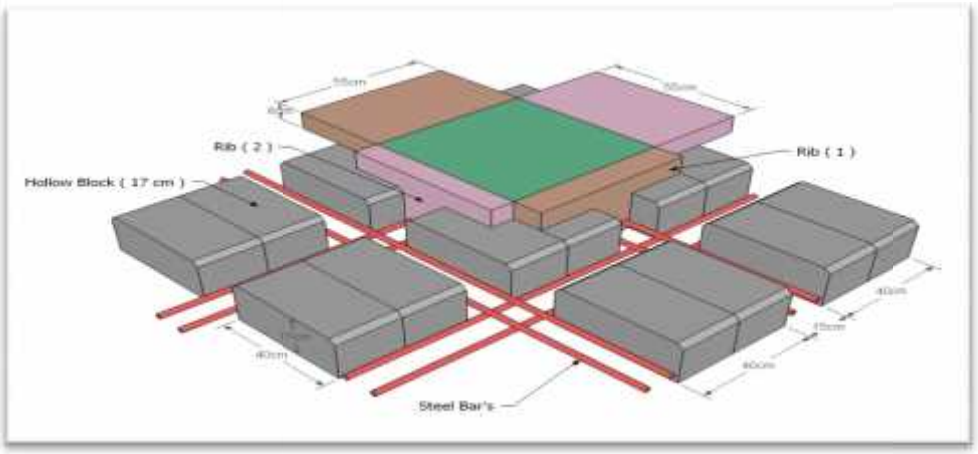
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب، ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (٣-5).



الشكل(٣-5) : عقدات العصب ذاتالاتجاه الواحد.

٢)عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slabs) :

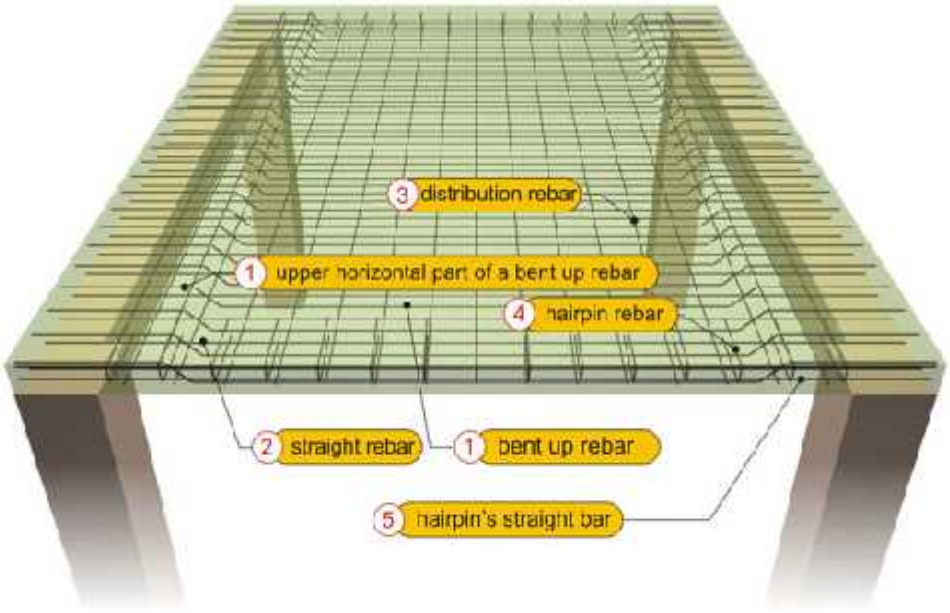
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكن تختلف من حيث تقاطع الأعصاب في الإتجاهين و كون التسليح باتجاهين، ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات ويراعى عند حساب وزنها طوبتين و عصب في الاتجاهين، كما يظهر في الشكل (٣-6).



الشكل(٣-6) : عقدات العصب ذات الاتجاهين.

٣) العقدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد (One way solid slabs) :

تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية، وذلك تجنباً لحدوث اهتزاز نظراً للسماكة المنخفضة وتستخدم عادة في عقدات الكراجات والأدراج ويلعب شكل توزيع الجسور في العقدات المصمتة و النسبة بين ابعادها الدور الأساسي في تحديد ما إذا كانت العقدة المصمته في اتحاه واحد أو اتجاهين ، و للشكل (٣-7) يوضح One way solid slab.



الشكل (٣-7) : العقدات المصمتة ذات الإتجاه الواحد One way solid slab.

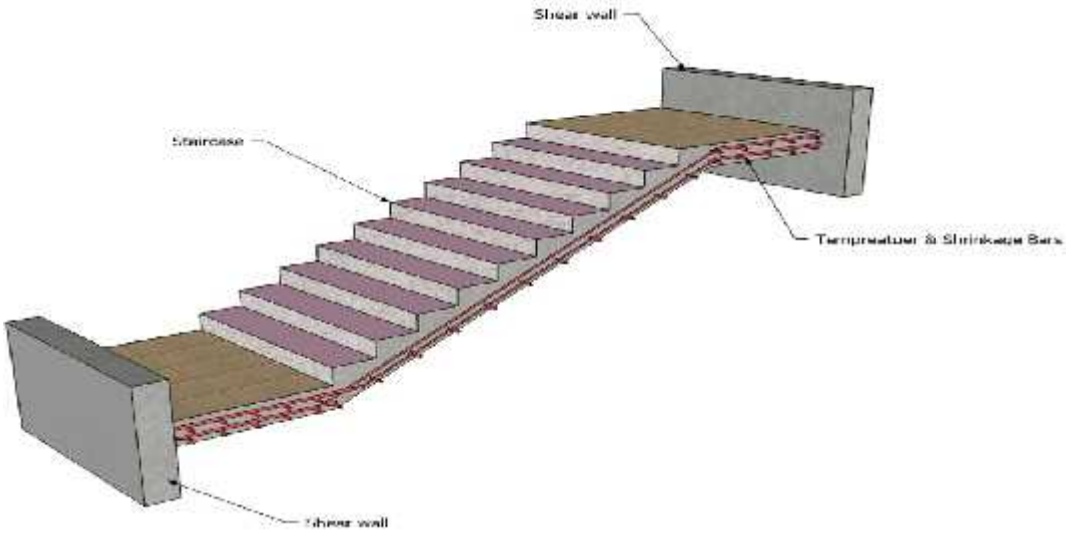
٤) العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slabs) :

تستخدم في حال النسبة ما بين الإتجاه الطويل إلى الإتجاه القصير للعقدة أقل من ٢ ويتم هنا نقل الحمل الواقع عليها في الإتجاهين وتستخدم في الفضاءات الكبيرة نسبياً ويكون التسليح الرئيسي فيها flexural reinforcement بالإتجاهين كما هو موضح في الشكل (٣-٨).

الشكل (٣-٨) : العقدات المصمتة ذات الاتجاهين.

الأدراج :-

الأدراج عنصر معماري يوجد في المباني **للانتقال** بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من الطوابق عبر المبنى، ويتم تصميم الدرج إنشائيا **باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد كما في الشكل** (٣-٩).



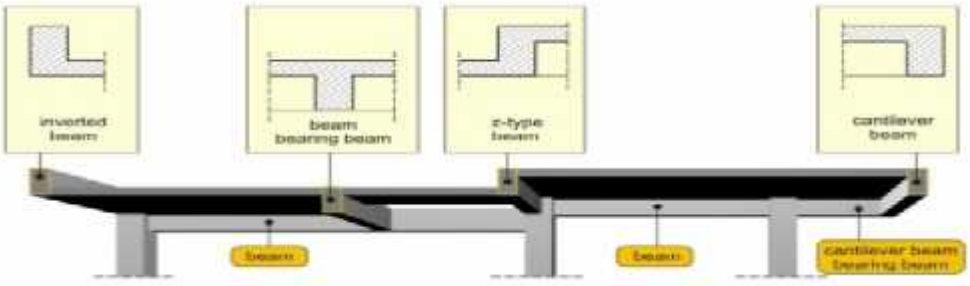
الشكل (٣-٩): الدرج.

الجسور :-

وهي **العناصر** الإنشائية **في** البناء الهيكلي التي **تقوم بنقل الأحمال الواقعة** عليها من مختلف الأنواع من العقدات إلى **الأعمدة**، حيث تقسم الى:-

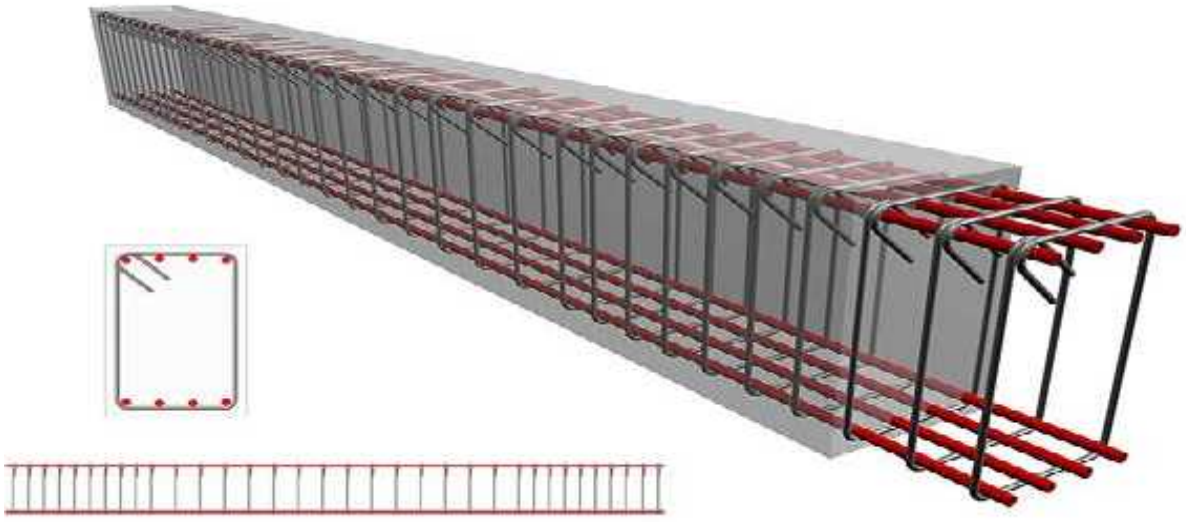
١- **جسور مستورة** (Hidden Beam):وهي **الجسور** التي يكون ارتفاعها مساوي لارتفاع العقدة.

٢- **جسور بارزة** (Dropped Bea).:وهي التي يكون ارتفاعها اكبر من ارتفاع العقدة، ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي أوالعلوي وتسمىL-sectionأوT-section. **و للشكل** (٣-١١) يوضح عدة أنواع منها مع مقاطعها **المختلفة في العقدات**.



الشكل (٣-١٠) المقاطع المختلفة للجسور في العقدات .

يتم تسليح الجسور وفقاً لمتطلبات flexural reinforcement لمقاومة العزم الواقع على الجسر، وبالكانات لمقاومة قوى القص كما هو موضح بالشكل(٣-١١).

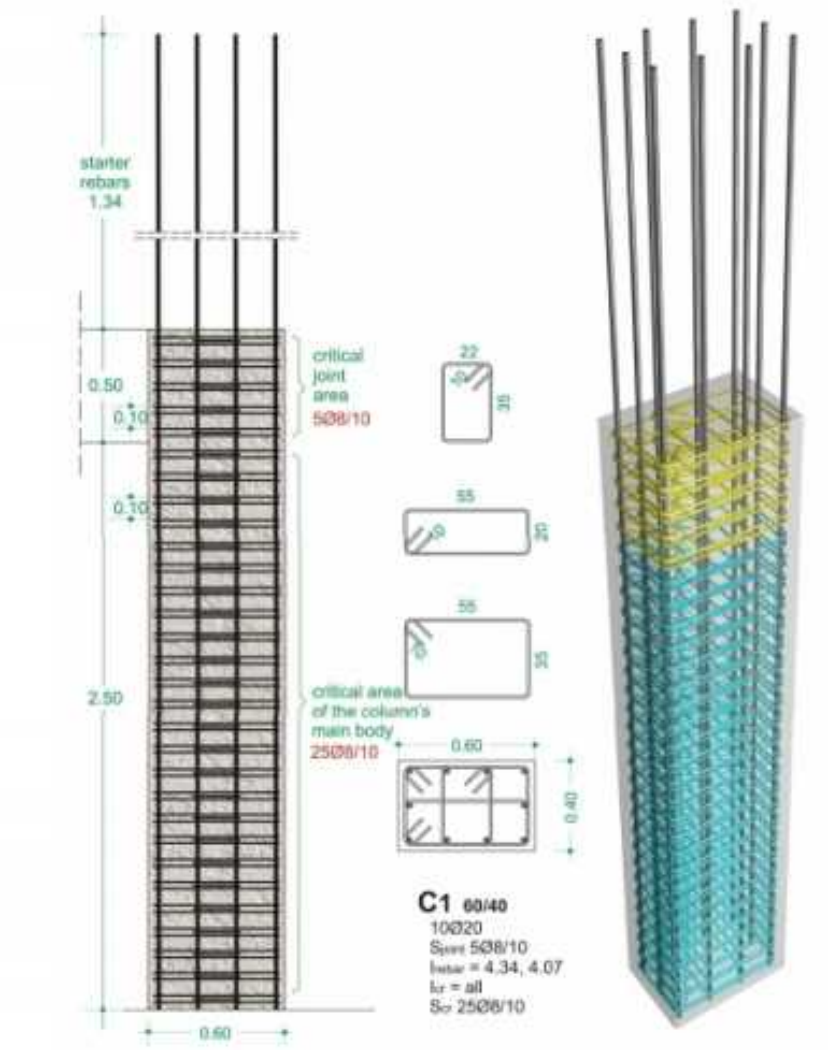


الشكل (٣-١١) التسليح في الجسور.

الأعمدة:-

هي العناصر الإنشائية في البناء الهيكلي التي تقوم بنقل الأحمال الواقعة عليها من الجسور إلى الأساسات لذلك لابد من تصميمها بشكل دقيق لتكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها والأعمدة من ناحية انشائية نوعين الأعمدة القصيرة (short column) و الأعمدة الطويلة (long column).

أما من حيث الشكل ,لمقاطع الأعمدة أشكال عديدة، منها المستطيل و الدائري و المضلع و المربع و المركب، وهناك تصنيف آخر للأعمدة من حيث طبيعة المادة المستخدمة، فمنها الخرسانية والمعدنية والخشبية والشكل (٣-١٢) يوضح غالبية الأعمدة المستخدمة في المشروع وهي الأعمدة المستطيلة .



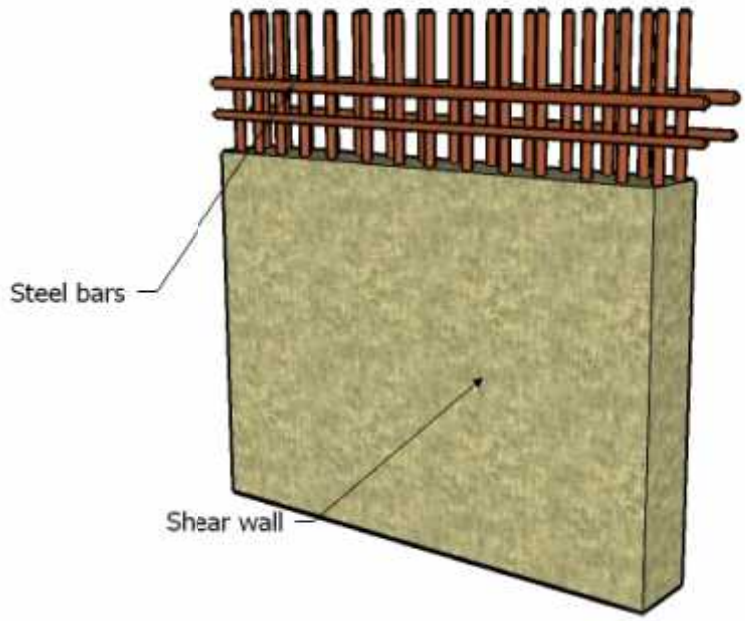
الشكل (٣-١٢) : أنواع الأعمدة المستخدمة في المشروع.

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 لها المنشأ، ويجب توفرها في الاتجاهين مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز المقاومة (center of rigidity) الذي تشكله جدران **القص في كل اتجاه ومركز الثقل للمبنى**(center of mass) أقل ما يمكن .

وأن تكون هذه الجدران بالأبعاد التصميمية المطلوبة لمنع أو تقليل تولد العزوم وآثارها على جدران المبنى المقاومة **للقوى** الأفقية، **وللشكل**(٣-١٣)يوضح **جدار قص وشكل** التسليح فيه.



الشكل (٣-١٣) : جدار قص.

الأساسات:-

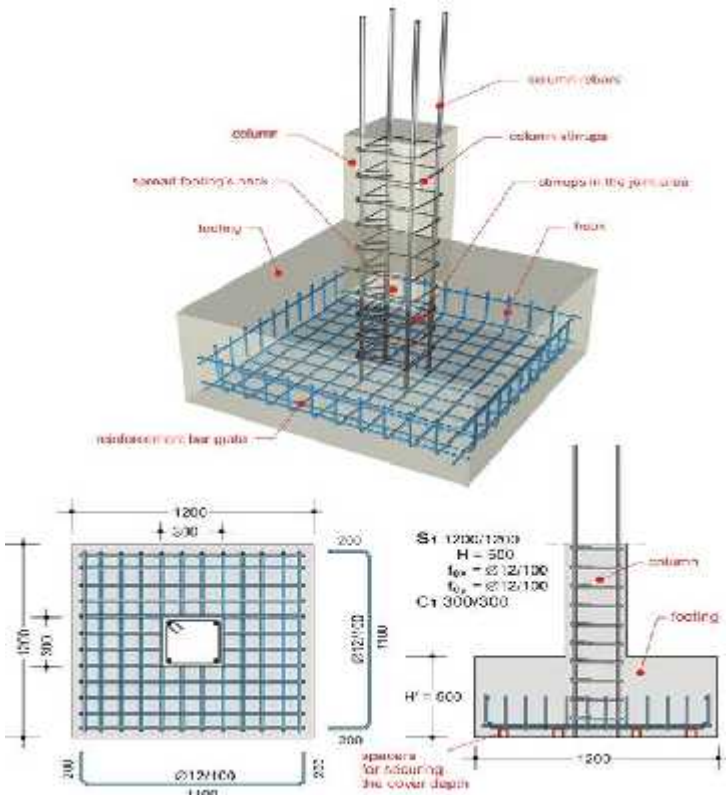
الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة على شكل قوة ضغط،والأساس قد يكون قريبا من سطح الأرض ويسمى بالأساس السطحي (Shallow Foundation) وهذا النوع يكون بعدة أشكال كأن يكون أساسات لقواعد شريطية(strip footing)،أو أساسات لقواعد مفصلة (isolated footing)،أو أساسات حصيرة (mat foundation).

وقد يكون عميقا داخل التربة لنقل أحمال المنشأ إلى طبقات التربة العميقة الأقوى، أو توزيعها على الطبقات بطريقة تدريجية ويسمى هذا النوع بالأساس العميق(Deep Foundation) حيث يتم اللجوء إليها عندما يتعذر الحصول على طبقة صالحة للتأسيس بالقرب من سطح الأرض لذلك يتم اللجوء إلى اختراق التربة إلى أعماق كبيرة للحصول على السطح الصالح للتأسيس مثل الأوتاد الخرسانية(piles foundation).

وفيما يلي بعض انواع الأساسات :

١- أساسات مفردة (Isolated Foundation).
٢- أساسات مزدوجة(Combined Foundation).
٣- أساسات شريطية(Strip Foundation).
٤- أساسات حصيرة(Mat Foundation).

وسوف يتم استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لنوع التربة وقوة تحملها والأحمال الواقعة عليها ، الشكل (3-14) يوضح شكل الأساس المنفصل وتفاصيل التسليح فيه.



الشكل (٣-١٤):أساسات مفردة (Isolated Foundation).

فواصل التمدد:

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 لستخدام 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:-

١) (40m)في المناطق ذات الرطوبة العالية.
٢) (36m)في المناطق ذات الرطوبة العادية.
٣) (32m)**في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة**.
٤) (28m)**في المناطق الجافة**.

كمايجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (**٣سم**)

برامج الحاسوب التي تم استخدامها:

١. AutoCAD (2007) for Drawings Structural and Architectural.
٢. Microsoft Office (2016) For Text Editing.
٣. Microsoft Excel2016.
٤. Atir 12.
٥. Etabs 2016 .
٦. Safe 2016 .

Chapter 4:

Structural Analysis & Design

---

1 **Introduction.**

2 **Factored load.**

3 **Slabs thickness calculation**

4 **Load calculations.**

5 **Design of Topping.**

6 **Design of Rib (8).**

7 **Design of beam (B1/13).**

4 .1 Introduction:-

Concrete is the only major building material that can be delivered to the job site in a plastic state. This unique quality makes concrete desirable as a building material because it can be molded to virtually any form or shape.

Concrete used in most construction work is reinforced with steel. When concrete structure members must resist extreme tensile stresses, steel supplies the necessary strength. Steel is embedded in the concrete in the form of a mesh, or roughened or twisted bars. A bond forms between the steel and the concrete, and stresses can be transferred between both components.

In this project, all of design calculation for all structural members would be made upon the structural system which was chosen in the previous chapter.

So, in this project, there are two types of slabs : One way ribbed slab and Two way ribbed slab. They would be analyzed and designed by using finite element method of design, with aid of a computer program called "ATIR- Software " to find the internal forces, deflections and moments for ribbed slabs and by using the previous program and Etabs, Safe, And programs to find the internal forces, deflections and moments for both types of slabs, and then handle calculation would be made to find the required steel for all members.

The design strength provided by a member, its connections to other members, and its cross – sections in terms of flexure, and load, shear, and torsion is taken as the nominal strength calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI-318-08 code.

NOTE:

$fc' = 24\ N / mm^2\ (MPa)$

$fy = 420\ N / mm^2\ (MPa)$

Factored loads:

The factored loads on which the structural analysis and design is based for our project members, is determined as follows:

$qu = 1.2D.L + 1.6L.L$.

Slabs thickness calculation:

Determination of Thickness for One Way Ribbed Slab:

According to ACI-Code-318-08:

	Minimum thickness , h			
	Simply supported	One end continuous	Both end continuous	Cantilever
Member	Members not supporting or attached to partitions or other construction likely to be damaged by large deflection			
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

Table (4.1): Check of minimum thickness of structural members

the minimum thickness of non-prestressed beams or one way slabs unless deflections are computed as follow:

For rib:

hmin for one-end continuous = L/18.5 longest one-end cont. is 6.375m

hmin =6.3755/18.5 = 34.46cm

hmin two-end continuous = L/21 longest two-end cont. is 6.60m

hmin = 6.6 /21 = 31.43 cm

hmin simply = L/16 longest simply is 5.10m

hmin = 5.10 /8 = 31.88 cm

Select Slab thickness h= 35cm with block 27 cm & Topping 8cm

For beam

hmin for one-end continuous = L/18.5 longest one-end cont. is 6.375m

hmin =6.3755/18.5 = 34.46cm

hmin two-end continuous = L/21 longest two-end cont. is 6.60m

Select Slab thickness h= 35cm

Load calculations:

One way ribbed slab:

For the one-way ribbed slabs, the total dead load to be used in the analysis and design is calculated as in the following table:

Parts of Rib	Density(KN/m^3)	Calculation
RC Rib	25	0.14*0.27*25= 0.945 KN/m
Top Slab	25	0.08*0.54*25 = 1.08 KN/m.
Plaster	22	0.02*0.54*22 = 0.238 KN/m.
Block	10	0.4*0.27*10 = 1.08 KN/m
Sand Fill	16	0.07*0.54*16= 0.605 KN/m
Tiles	23	0.03*0.54*23 = 0.373 KN/m
Mortar	22	0.02*0.54*22 = 0.238 KN/m.
partition	-	1.5*0.54 =0.81 KN/m

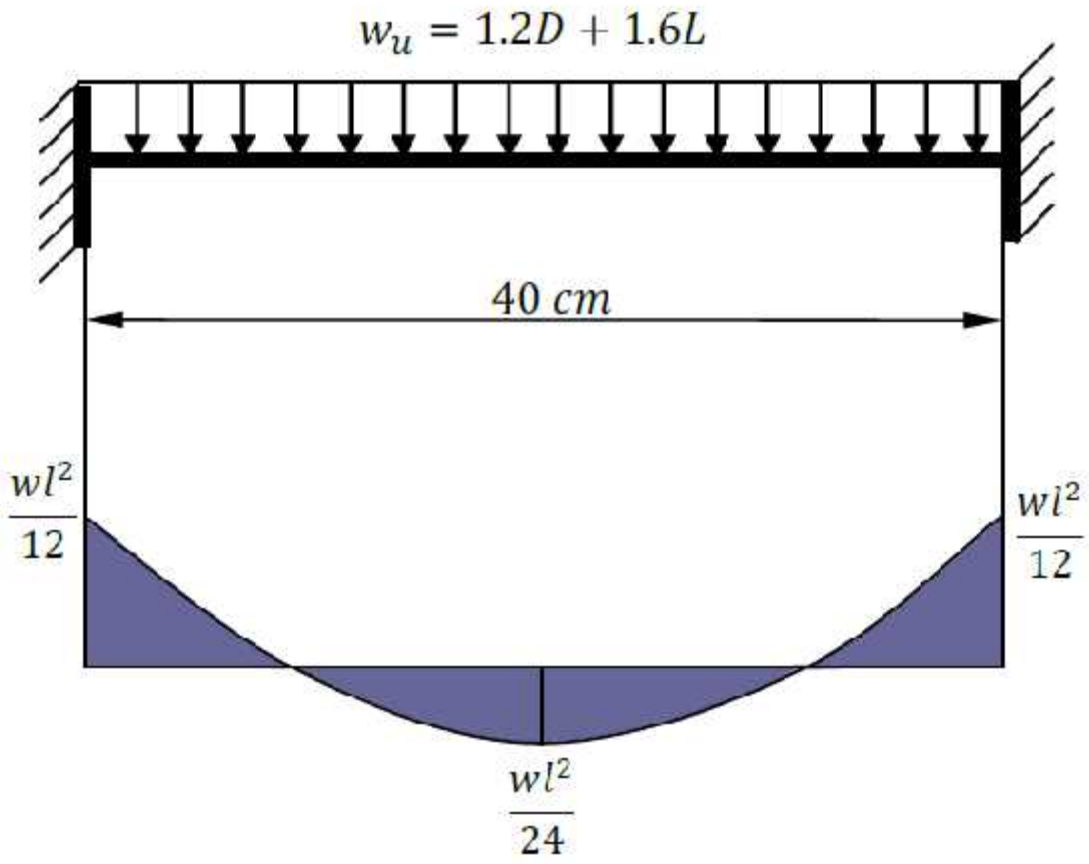
Table (4 – 2) Calculation of the total dead load for one way rib slab.

Total Dead load = **5.36 KN/m** of rib (service load)

Total live load =5*0.54= **2.7 KN/m** of rib

Design of Topping:

Topping in One way ribbed slab can be considered as a strip of 1 meter width and span of hollow block length with both end fixed in the ribs.



Fig(4-1): Topping load and moment diagram

The calculation of the total dead load for the topping is shown below:

Dead load from	$\delta \times \gamma \times 1$	KN/m
Topping	0.08 * 25	2 KN/m
Tiles	0.03 * 23	0.69 KN/m
Mortar	0.02 * 22	0.44 KN/m
Sand	0.07 * 16	1.12 KN/m
Partitions	1.5 * 1	1.5 KN/m
		∑ 5.75 KN/m

Table (4 – 3) Calculation of the total dead load for topping

Dead Load =**5.75KN/m.**

Live Load calculations : 5 * 1 = **5 KN/m.**

Total Factored Load: W_u = 1.2 DL + 1.6 LL

= 1.2 * 5.75 + 1.6 * 5 = 14.9 KN/m.

$M_u = \frac{W_u * l^2}{12} = \frac{14.9 * 0.4^2}{12} = 0.199\ KN.m/m$ of strip width

- $\phi M_n \geq M_u$ Strength condition, where for ϕ = 0.55 - plain concrete.

$M_n = 0.42\ \overline{f_c'} * S_m$……..(ACI 22.5.1, Equation 22-2)

Where S_m for rectangular section of the slab:

$S_m = \frac{b h^2}{6} = \frac{1000 * 80^2}{6} = 1066666.67\ mm^3$

$$M_n = 0.42 \sqrt{f'_c} * \frac{b\,h^2}{6} = 0.42\sqrt{24} * 1066666.67 * 10^{-6} = 2.19\ KN.m$$

$$\phi M_n = 0.55 * 2.19 = 1.2045\ KN.m$$

$$\phi M_n = 1.2045\ KN.m > M_u = 0.199\ KN.m$$

∴ NO Reinforcement is required by analysis. According to ACI 10.5.4., provide As_{min} for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

According to ACI 7.12.2.1, $\rho_{shrinkge}$ = 0.0018

$$A_S = \rho * b * t = 0.0018 * 1000 * 80 = 144\ mm^2/m \text{ strip}$$

Try bars Ø 8 with A_S= 50.27 mm^2

Bar numbers $n = \frac{A_S}{A_{S\,Ø\,8}} = \frac{144}{50.27} = 2.87$

Take 3 Ø 8 /m with A_S= 150.8 mm^2/m strip or Ø 8 @ 300 mm in both directions .

Step (S) is the smallest of :

1. 3 * h = 3* 80 = 240 mm……..Controlled.
2. 450 mm
3. s = 380 ($\frac{280}{fs}$) – 2.5 * C_c = 380 * ($\frac{280}{\frac{2}{3}420}$) – 2.5* 20 = 330 mm but

   s ≤ 380 ($\frac{280}{fs}$) = 380 ($\frac{280}{\frac{2}{3}420}$) = 300 mm

Take Ø 8 @ 200 mm in both direction. S = 200 mm < s_{max} = 240 mm – OK

From practical consideration, the secondary reinforcement parallel to the ribs shall be placed in the slab and spaced at distances not more than half of the spacing's between ribs (usually two bars upon each 40 cm width block)

Shrinkage and temperature reinforcement must be provided.

Design of Rib (1) :

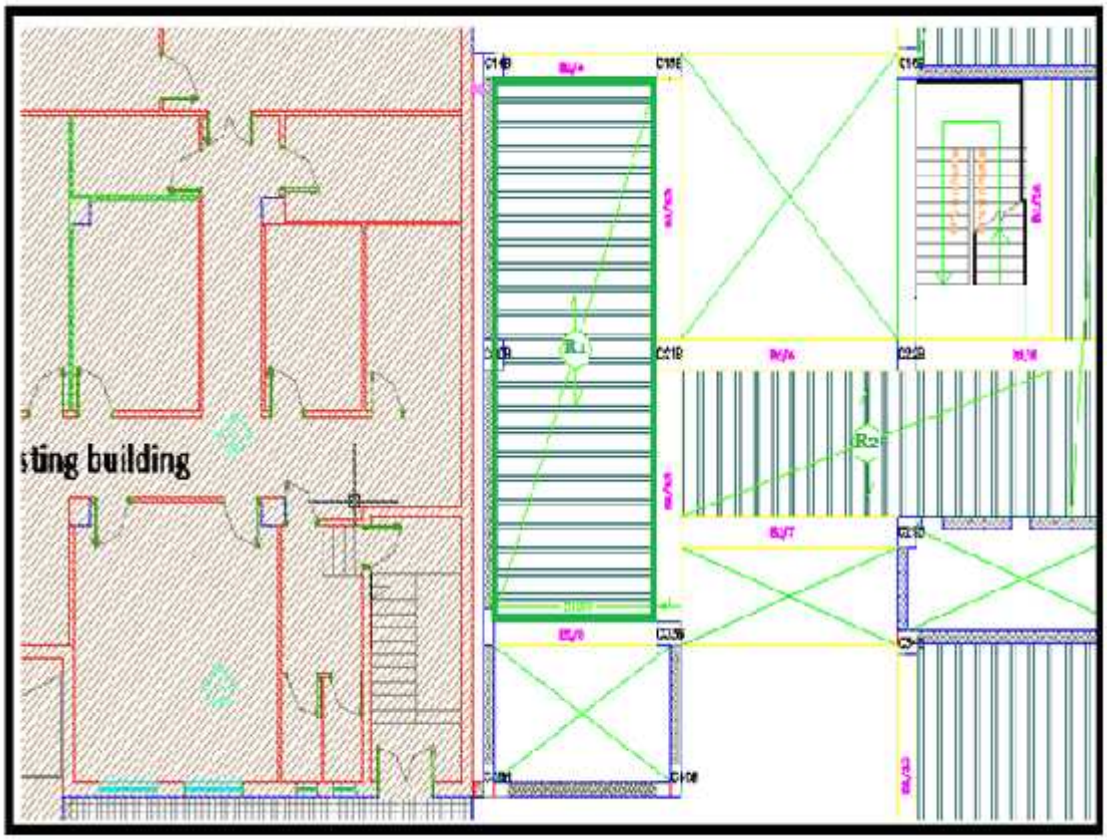


Fig. (4-2): Location of rib(١)

Material :-

concrete B300 fc' = ٢٤ N/mm^2

Reinforcement Steel fy = 420 N/mm^2

Section :-

b_e =14 cm b_f =54 cm

h =35 cm T_f =8 cm

Geometry Units:meter,cm

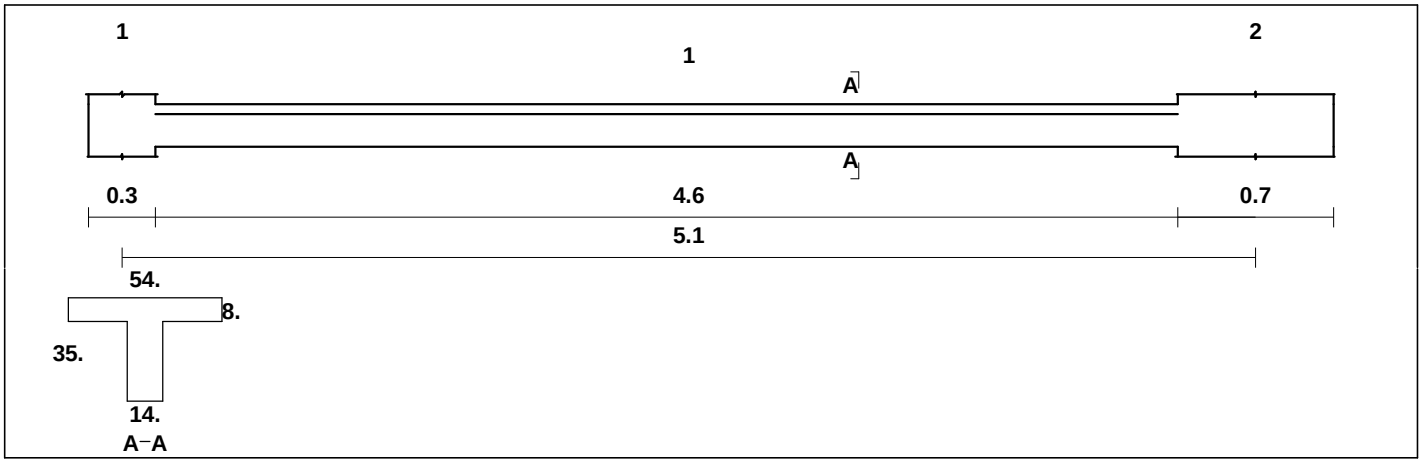


Fig. (4-3): Rib geometry

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

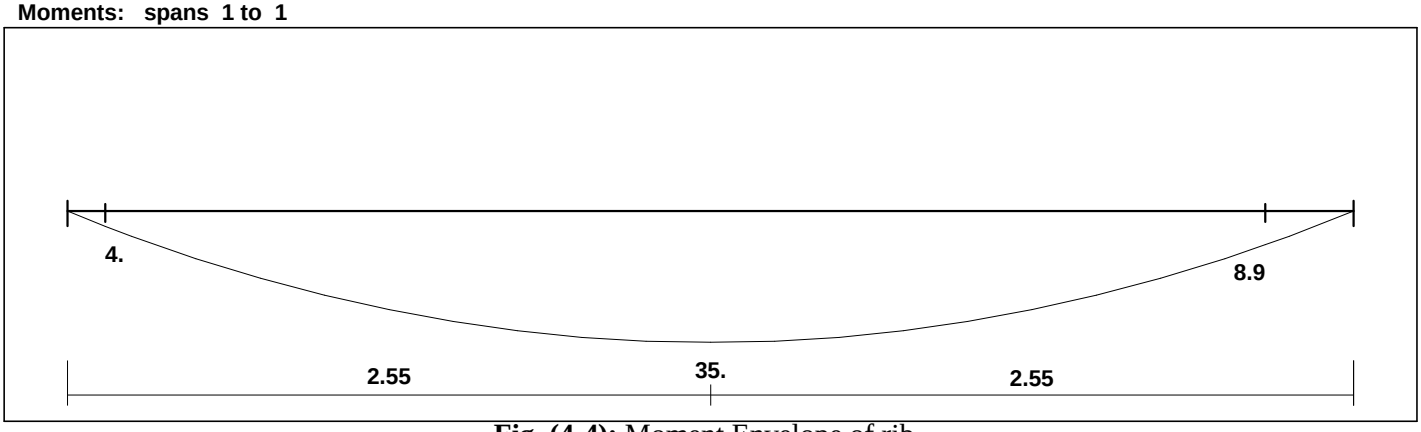


Fig. (4-4): Moment Envelope of rib

Design of flexure:-

1) Design of Positive moment of rib (Rib 1):

1.1) Maximum positive moment $Mu^{(+)} = \frac{Wu * l^2}{8}$ **=35 KN.m.**

Assume bar diameter Ø 14 for main positive reinforcement.

d = depth - cover – diameter of stirrups – (diameter of bar/ 2)

= 350 – 20 – 10 – $\frac{14}{2}$ = 313 mm.

Check if a ≥ h_f

M_{nf}= 0.85* fc'*b *h_f (d – $\frac{h_f}{2}$) = 0.85* 24 *540 *80 (313 – $\frac{80}{2}$) 10^{-6} = 240.59 KN.m

M_{nf}= 240.59 KN.m >> $\frac{Mu}{Ø}$ = $\frac{35}{0.9}$ = 38.89 KN.m

The section will be designed as **rectangular section** with b = 540 mm.

$R_n = \frac{M_u}{Ø * b * d^2} = \frac{35 * 10^6}{0.9 * 540 * 313^2}$ = 0.73 MPa

m = $\frac{f_y}{0.85\, f'_c} = \frac{420}{0.85 * 24}$ =20.59

ρ = $\frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * R_n * m}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 0.73 * 20.59}{420}}\right)$ = 0.00177

A_s = ρ * b *d = 0.00177 * 540 *313 = 299.17 mm^2.

$As_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} * b_w * d = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} * 140 * 313 = 127.78\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{f_y} * b_w * d = \frac{1.4}{420} * 140 * 313 = 146.42 mm^2$ - Control.

$A_s = 299.17mm^2 > As_{min} = 146.42\ mm^2$ -OK

Use 2 Ø 14 with $A_s = 3.08\ cm^2 > As_{req} = 2.99\ cm^2$ -OK

Check for strain:

$a = \frac{As*f_y}{0.85*f'_c*b} = \frac{308*420}{0.85*24*540} = 11.74\ mm$

$f'_c = 24\ MPa < 28\ MPa \rightarrow \beta_1 = 0.85$

$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{11.74}{0.85} = 13.82\ mm$

$\varepsilon_S = 0.003*\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003*\left(\frac{313-13.82}{13.82}\right) = 0.0649 > 0.005$ -OK

$\therefore \phi = 0.9$ -OK

Note: no negative moment for the rib.....simple rib

1.2) Design for shrinkage raiforcement of rib (Rib 1):

$A_{S(shrinkage)} = 0.0018xbxh$

$= 0.0018x1000x80$

$= 144\ mm^2$

Use 2Ø10 with $A_S = 157.08\ mm^2$

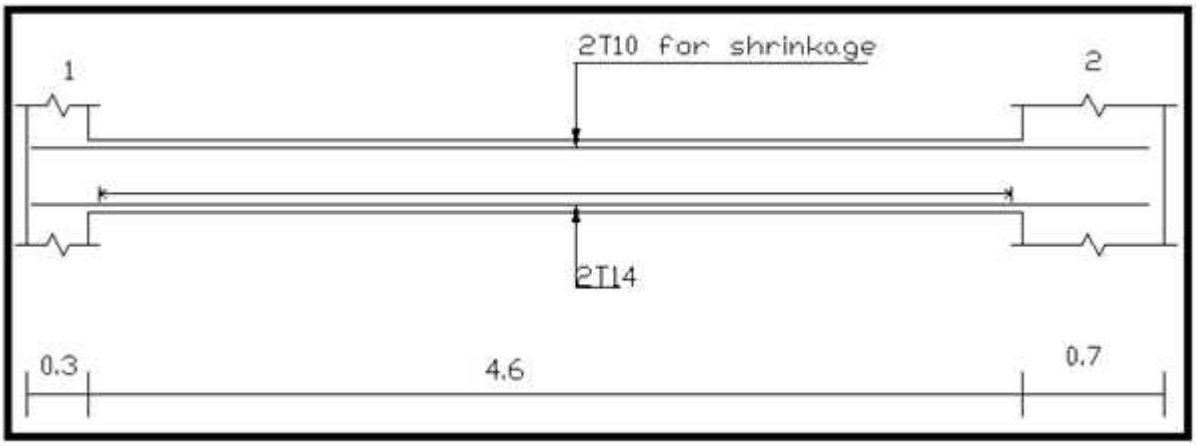


Fig.(4-5): Design of flexure of rib

Design of Rib (1) for shear :

Shear Envelope (Factored) Units:kN,meter

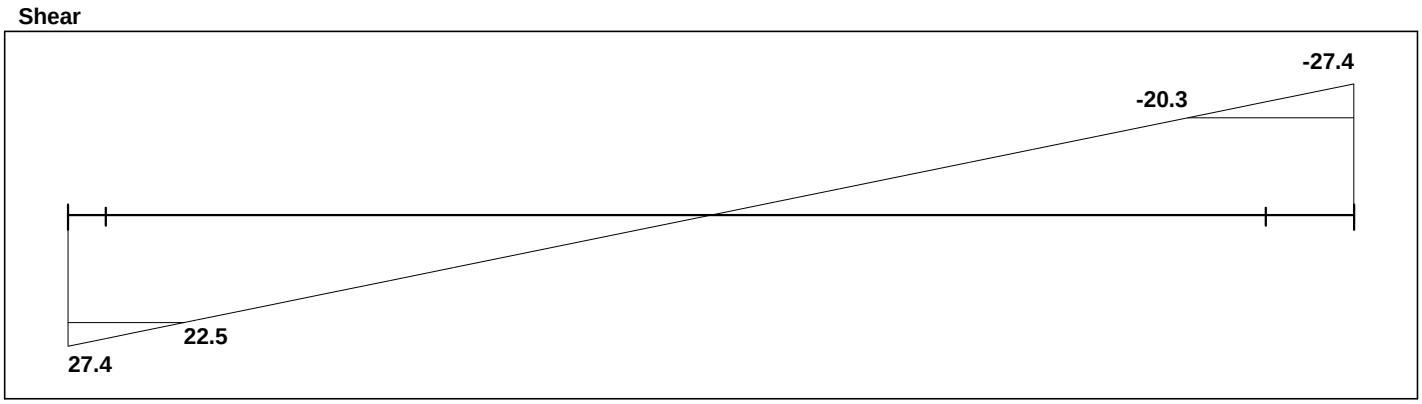


Fig. (4-6): shear Envelope of rib

The maximum shear force at the distance from the face of support $V_u = \frac{w_u l}{2}$ =22.5 KN.

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

$(1.1)V_c = (1.1) * \frac{\sqrt{f'_c}}{6} * b_w * d = (1.1) * \frac{\sqrt{24}}{6} * 140 * 313 * 10^{-3}$ =39.36 KN.

$\phi V_c = 0.75 * 39.36 = 29.52$ KN.

V_u =22.5 KN < ϕV_c = 29.52 KN.....OK

Minimum shear reinforcement is required **except** for **concrete joist construction. So, No shear reinforcement is provided.**

thin use minimun thear reinforcement

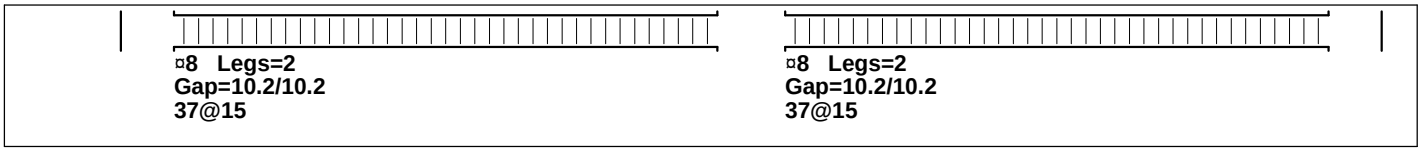


Fig. (4-7): shear reinforcement

Design of Beam (B1/13) :

Load calculation for the beam:

Dead Load calculations :

The maximum support reaction (service) from Dead Loads for ribλ upon beam ١/١3 is

$\frac{w_{u.d}.l}{2}$=$\frac{5.36*5.1}{2}$=13.67KN/m of rib

The distributed Dead Load from the Rib 8 on Beam 1/13:

$$\frac{13.67}{0.54} = 25.31 \text{ KN/m}$$

Dead load from:	KN/m
Tiles	0.03 x 23 x 0.70= 0.483
Morter	0.02 x 22 x 0.70= 0.308
Sand fill	0.07 x 16 x 0.70= 0.784
Plaster	0.02 x 22 x 0.70= 0.308
RC Beam	0.50 x 25 x 0.70= 8.75
Partitions	1.5 x 0.70 = 1.05
Wall	3x25x0.٣0=٢2.5
	∑ 34.18 KN/m

Table (4 – 4) Calculation of the total dead load for beam 1/13:

Total dead load = 25.31+34.18 =59.49 KN/m

Live Load calculations:

The maximum support reaction (service) from Live Loads for rib8 upon beam1/13 is 6.63 KN.

The distributed Live Load from the Rib 16 on Beam 5:

$$\frac{2.7}{0.54} = 5 \text{ KN/m}$$

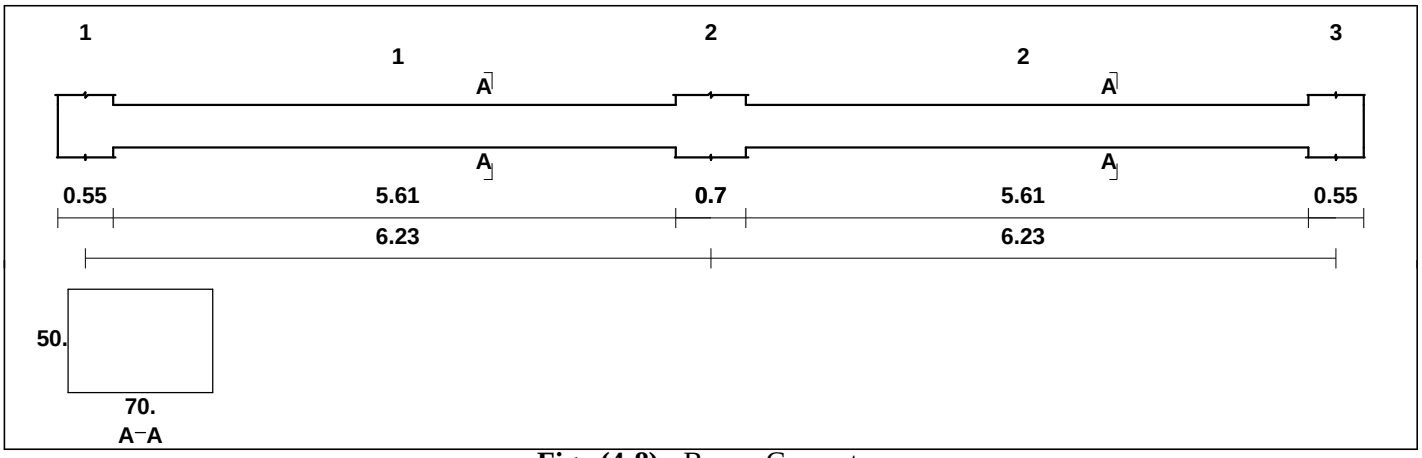


Fig. (4-8) : Beam Geometry

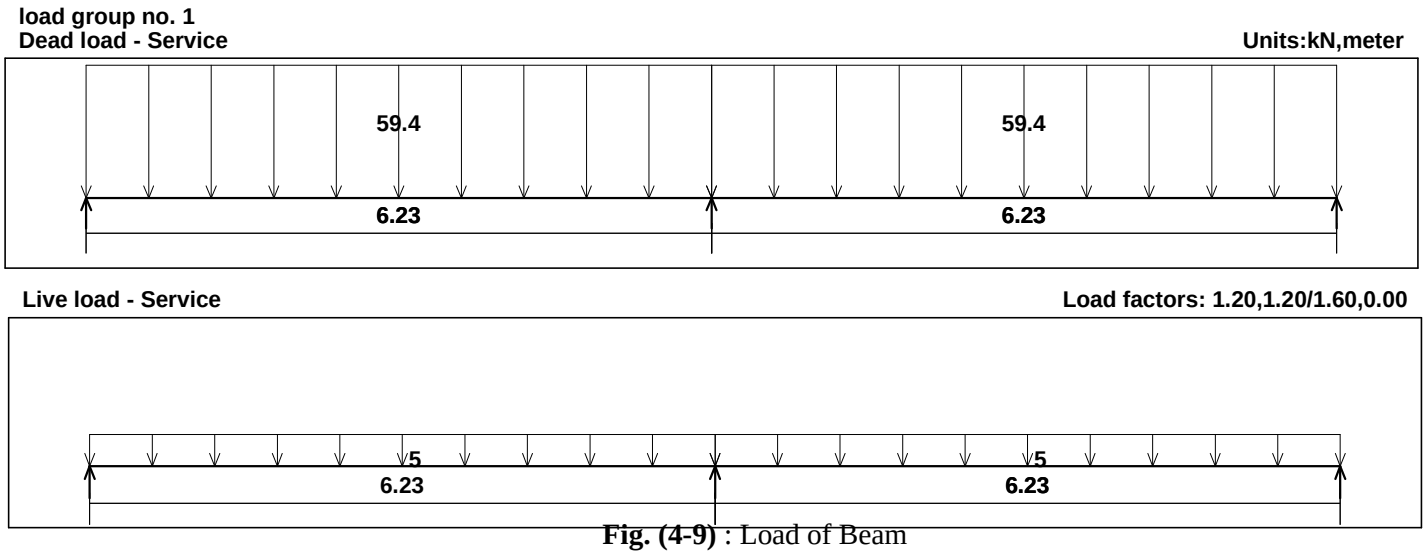


Fig. (4-9) : Load of Beam

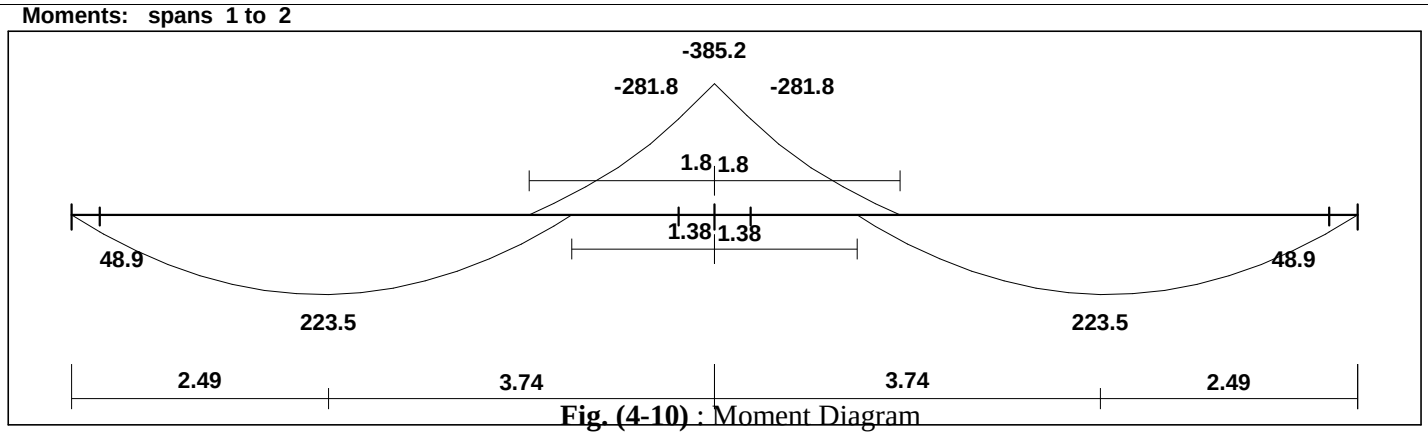


Fig. (4-10) : Moment Diagram

Design of flexure:-

١) Design of negative moment:-

١.١) Maximum negative moment $Mu^{(-)}$ = -٢٨١.٨ KN.m.

b_w = 70 Cm. , h = 50 Cm.

Check whether the section will be act as singly or doubly reinforced section:

Maximum nominal moment strength from strain condition $\varepsilon_s = 0.004$

Assume bar diameter Ø ١٨ for main negative reinforcement.

d = depth - cover – diameter of stirrups – (diameter of bar/ 2)

$= 500 - 40 - 8 - \frac{18}{2} = 443$ mm

$C = \frac{3}{7} * dt = \frac{3}{7} * 443 = 198.86$ mm.

$f'_c = 24$ MPa < 28 MPa$\rightarrow \beta_1 = 0.85$

$a = \beta_1 * C = 0.85 * 198.86 = 161.38$ mm.

$M_{nmax} = 0.85 * f'_c * b * a * (d - \frac{a}{2})$

$= 0.85 * 24 * 700 * 161.38 * (443 - \frac{161.38}{2}) * 10^{-6}$

=834.95 KN.m .

$\epsilon_s = 0.004$

$\phi = 0.65 + \frac{250}{3} * (0.004 - 0.002) = 0.816$

$\rightarrow \phi Mn_{max} = 0.82 * 834.95 = 684.66$ KN.m .

$\rightarrow \phi Mn_{max}$ = 684.66 KN.m > Mu =281.8 KN.m .

∴ **Design the section as Singly reinforced concrete section.**

$$m = \frac{f_y}{0.85\, f_c'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset * b_w * d^2} = \frac{281.8*10^6}{0.9*700*443^2} = 2.28 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*R_n*m}{f_y}}\right)$$

$$= \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*2.28*20.59}{420}}\right) = 0.0058$$

$\rightarrow A_s = \rho * b_w * d = 0.0058 * 700 * 443 = 1798.58 \text{ mm}^2$.

$$\rightarrow As_{min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4\,(f_y)} * b_w * d = \frac{\sqrt{24}}{4*420} * 700 * 443 = 904.27 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow \frac{1.4}{f_y} * b_w * d = \frac{1.4}{420} * 700 * 443 = 1033.67 \text{ mm}^2$$ ……. Control.

$\rightarrow As_{min} = 1033.67 \text{ mm}^2 < As_{req} = 1798.58 \text{ mm}^2$.

∴ As = 1798.58 mm^2.

0f Φ18 $= \frac{As_{req}}{A_{bar}} = \frac{1798.58}{\frac{\pi 18^2}{4}} = 7.07 \rightarrow$ # of bars = 8 bars.

∴ Take **8 Ø 18** in one layer with As = **2035.75 mm^2** > As_{req} = **2027.40 mm^2** - OK.

→ **Check for bar placement :**

Sb = $\frac{700-40*2-2*8-8*18}{7}$ **= 65.71 mm > 25 mm - OK**

→ **Check for strain:- (**$\varepsilon_s \geq 0.005$**)**

a = $\frac{As*f_y}{0.85*f'_c*b}$ = $\frac{2035.75*420}{0.85*24*700}$ = 59.88 mm

f'_c = 24 MPa < 28 MPa→β_1 = 0.85

$C = \frac{a}{\beta_1} = \frac{59.88}{0.85}$ = 70.44 mm.

$d = 500 - 40 - 8 - \frac{18}{2}$ = 443

$\varepsilon_s = 0.003*(\frac{d-c}{c}) = 0.003*(\frac{443-115.56}{115.56}) = 0.0085 > 0.005$ -OK

∴ **Use 8 Ø 18**

2) Design of positive moment:-

→ **For positive moment** $Mu^{(+)}$ **= 223.5 KN.m .**

Assume bar diameter Ø 18 for main negative reinforcement.

d = depth - cover – diameter of stirrups – (diameter of bar/ 2)

= 500 – 40 – 8 – $\frac{18}{2}$ = 443 mm

ϕMn_{max} = 684.66 KN.m > Mu = 223.5 KN.m

∴ **Design the section as Singly reinforced concrete section.**

$m = \frac{f_y}{0.85\, f_c'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.59$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset * b_w * d^2} = \frac{223.5*10^6}{0.9*700*443^2} = 1.81$ MPa

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*R_n*m}{f_y}}\right)$

$= \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*20.59*1.81}{420}}\right) = 0.00452$

$\rightarrow A_s = \rho * b_w * d = 0.00452 * 700 * 443 = 1401.65\ mm^2$.

$\rightarrow As_{min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} * b_w * d = \frac{\sqrt{24}}{4*420} * 700 * 443 = 904.27\ mm^2$

$\rightarrow \frac{1.4}{f_y} * b_w * d = \frac{1.4}{420} * 700 * 443 = 1033.67\ mm^2$ ……. Control

$\rightarrow As_{min} = 1033.67\ mm^2 < As_{req} = 1401.65\ mm^2$.

$\therefore As = 1401.65\ mm^2$.

0f Ø 18 $= \frac{As_{req}}{A_{bar}} = \frac{1401.65}{\frac{\pi 18^2}{4}} = 5.5 \rightarrow$ # of bars = 6 bars.

$\therefore$ Take **6 Ø 18** in one layer with As = **1526.81 mm^2** > As_{req} = **1401.65 mm^2** - OK.

→ **Check for bar spacing :**

$S_b = \frac{700-40*2-2*8-6*18}{5}$ =99.2 mm > 25 mm -OK

→ **Check for strain:- ($\varepsilon_s \geq 0.005$)**

$a = \frac{As*f_y}{0.85*f'_c*b} = \frac{1526.81*420}{0.85*24*700} = 44.91$ mm

$f'_c = 24$ MPa < 28 MPa→$\beta_1 = 0.85$

$C = \frac{a}{\beta_1} = \frac{44.91}{0.85} = 52.84$ mm.

$d = 500 - 40 - 8 - \frac{18}{2} = 443$

$\varepsilon_s = 0.003*(\frac{d-c}{c}) = 0.003*(\frac{443-52.84}{52.84}) = 0.0222 > 0.005$ -OK

∴ **Use 6 Ø 18**

M o m e n t / S h e a r E n v e l o p e (Factored) Units:kN,meter

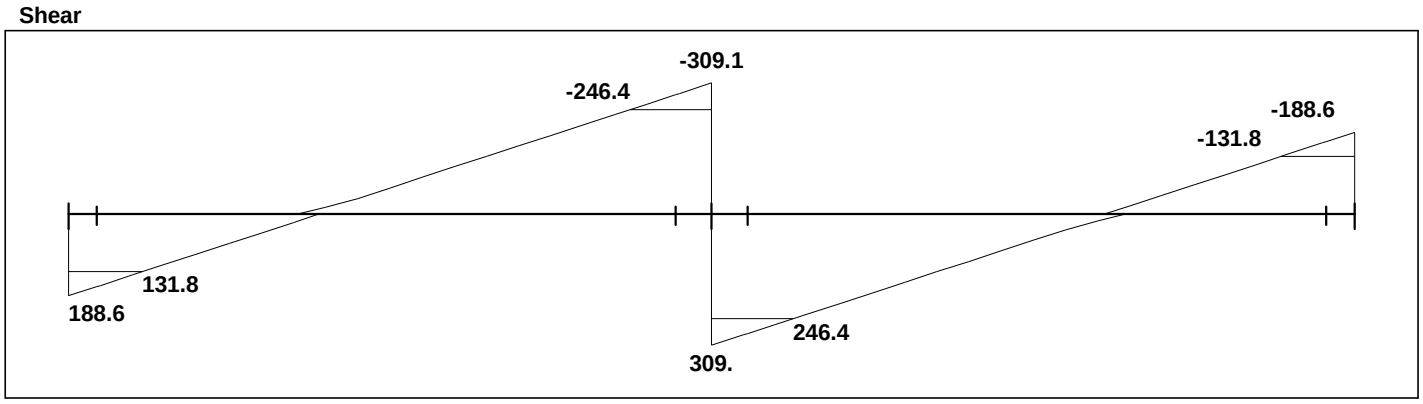


Fig. (4-11) : Shear Envelope for Beam

Design of Beam for shear:-

Critical section at distance d = 443 mm from the face of support . $V_{u,max}$ = ٢٤٦.٤ KN

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

$$= \frac{\sqrt{24}}{6} * 700 * 443 * 10^{-3} = 263.53 \text{ KN.}$$

→ **Check For dimensions:-**

$$\mathbf{V_s} = \frac{Vu}{\phi} - \mathbf{V_c} = \frac{246.4}{0.75} - 263.53 = 65 \text{ KN}$$

$$\mathbf{V_{s,max}} = \frac{2}{3} * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$= \frac{2}{3} * \sqrt{24} * 700 * 443 * 10^{-3} = 1012.78 \text{ KN}$$

$\mathbf{V_s}$ = 65 KN < $\mathbf{V_{s,max}}$ = 1012.78 KN **- The section is large enough**

→ **Check For Cases:-**

1- Case 1 : $V_u \leq \frac{\phi V_c}{2}$.

246.4 $\leq \frac{0.75*263.53}{2}$ = 98.82…....**Not satisfy.**

2- Case 2 : $\frac{\phi V_c}{2} < V_u \leq \phi V_c$

98.82 < 246.4 ≤ 197.65 ……. **Not satisfy.**

3- Case 3 : $\phi V_c < V_u \leq \phi (V_c + Vs_{min})$

$Vs_{min} \geq \frac{1}{16} \sqrt{f'_c} * b_w * d = \frac{1}{16} \sqrt{24} * 700*443 * 10^{-3} = 94.95$ KN

$\geq \frac{1}{3} * b_w * d = \frac{1}{3} * 700 * 443 * 10^{-3} = 103.37$ KN.…….Control.

$\therefore Vs_{min}$ = 103.37 KN.

$\Phi(V_c + Vs_{min}) = 0.75 * (263.53 + 103.37) = 275.18$ KN

197.65 < 246.4 ≤ 275.18…… **Satisfy**

To find spacing , and with using 2 legs Ø 10($A_v = 157.1\ mm^2$)

$(\frac{A_{v,min}}{S}) \geq \frac{bw}{(3 f y_t)} \geq \frac{1}{16} \overline{f_c} \frac{b_w}{f y_t}$

$\frac{bw}{(3 f y_t)} = \frac{700}{3*420} = 0.56$.....control

$\frac{1}{16} \overline{f_c} \frac{b_w}{f y_t} = 0.51$

$S = \frac{(3 f y_t)(A_{v,min})}{bw}$

$S = 282.78 mm$

$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{443}{2} = 221.5$ mm.

≤ 600 mm.

∴ **Use 2 Leg Ø 10 @ 20 cm .**

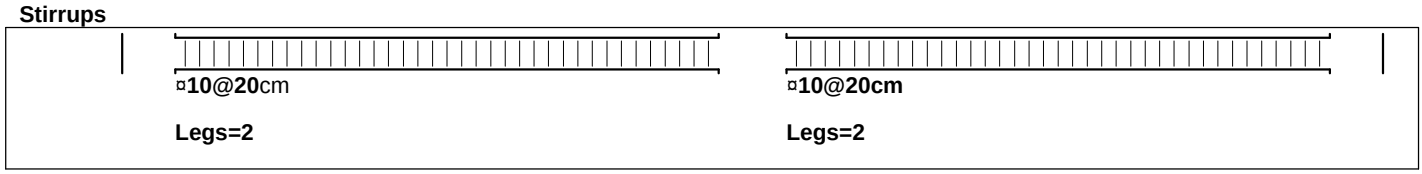
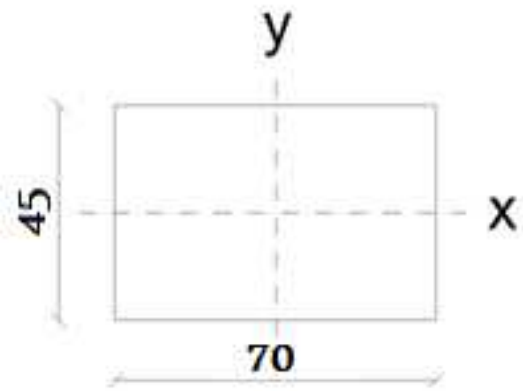


Fig. (4-12) : Shear rainforcement for Beam

4.9 Design of column (C١٦):-

Dead load (service)	١٠٥٠ kN
Live load (service)	٥٣٠ kN
Length	3.٦٥ m
k	0.82 (Braced)
b	55 cm
h	40 cm
fy	420 MPa
fc'	24 MPa
Type of load	Concentrically loaded

Table (4 –5) : Colum's data:



4.9.1 Factored loads:

Pu= 1.2 D + 1.6 L = 1.2x1050 + 1.6x530 = 2108 kN

4.9.2 Bresler equation:

$$\frac{1}{Pn} = \frac{1}{Pnx} + \frac{1}{Pny} - \frac{1}{P_o}$$

4.9.3 Slenderness parameter:

About x: $x = \frac{KxL}{0.3h} = \frac{0.82x3.65}{0.3x0.45}$ = 22.17≥ 34 – 12 (M_1/M_2) = 34 – 12x1 = 22 → (Long about x).

(minimum eccentricity + magnified moment)

About y: $y = \frac{KxL}{0.3h} = \frac{0.82x3.65}{0.3x0.70}$ = 14.25 ≤ 34 – 12 (M_1/M_2) = 34 – 12x1 = 22 → (short about y).

(no minimum eccentricity, no magnified moment)

Pnx = P_o → $\frac{1}{Pn} = \frac{1}{Po} + \frac{1}{Pny} - \frac{1}{Po}$ → $\frac{1}{Pn} = \frac{1}{Pny}$

4.9.4 Calculations of design moment (buckling about x – Pny - e_y):

e_{min} = 15 + 0.03xh = 15 + 0.03x450 = 28.5 mm

e = $\frac{Mux}{Pu}$ → $M_{u,x}$ = Pu x e_{min} = 2108 x 0.0285 = **60.078 kN.m**

4.9.5 calculations of magnification factor δ_{ns}:

$\delta_{ns} = \frac{cm}{1-\frac{Pu}{0.75Pcr}}$

cm = 0.6 + 0.4 $\frac{M1}{M2}$ = 0.6 + 0.4 x 1 = 1 ≥ 0.4

$P_{cr} = \frac{\pi^2 E_1 I_1}{(k Lu)^2}$

E_1 x I_1 = $\frac{0.4x\ 4700\sqrt{24}\ x\ \frac{700x\ 450^3}{12}}{1+\frac{1.2\ x\ 1260}{2108}}$ = 30.64 MN/m^2

$P_{cr} = \frac{\pi^2\ 30.64}{(1\ x\ 3.65)^2}$ = 22.7 MN

$\delta_{ns} = \frac{1}{1-\frac{2108}{0.75\ x\ 22700}}$ = **1.14** > 1.0

< 1.4

Magnified moment = δ_{ns} x $M_{u,x}$ = 1.14 x 60.078 = **68.5 kN.m**

Assume ρ_g = 1% = 0.01

4.9.6 interaction diagrams:

e = $\frac{Mux}{Pu}$ **=** $\frac{68.5}{2108}$ **= 0.0325 m**

$\frac{e}{h}$ = $\frac{3.25}{45}$ = 0.072

$\frac{\gamma}{h}$ = $\frac{450-2x40-2x10-28}{450}$ = 0.72

For $\frac{\gamma}{h} = 0.6$ → $\frac{\emptyset Pny}{Ag}$ = 3.1 ksi

For $\frac{\gamma}{h} = 0.75$ → $\frac{\emptyset Pny}{Ag}$ = 3.2 ksi

→ $\frac{\emptyset Pny}{Ag}$ = 3.18 ksi → P_{ny} = 3.18 x $\frac{1000}{145}$ x $\frac{0.45\ x\ 0.7}{0.65}$ = 10.63 MN

$\frac{1}{Pn} = \frac{1}{P_{ny}}$ → $\frac{1}{Pn} = \frac{1}{10.63}$ → Pn = 10.63 MN = 10630 kN

ØPn = 0.65 x 10630 = 6909.5 kN > Pu = 2108 kN (safe)

$A_{s,req}$ = 0.01 x 70 x 45 = 31.5cm^2

Select **12Ø18** with As = 12 x 2.545 = **30.54 cm^2** > $A_{s,req}$ = 30.5 cm^2

4.11 Design of staircase.

Stair case 1 :

4.11.1.1 Minimum slab thickness for deflection is (for a simply supported one-way solid slab):

h_{min} =L/28=680/28=24.29cm

Take h=25mm

4.11.1.2 Loads:

Flight Dead Load computation:

$\theta = \tan^{-1}\frac{rise}{run} = \tan^{-1}\frac{170}{300}$ =29.54°

Material	Density (kN/m^3)	Load(kN/m)
Tiles	23	$23*(.17+.35)/.3*.03*1$ =1.196
Mortar	22	$22*(.17+.3)/.3*0.02*1=0.689$
Stair steps	25	25/.3*((.17*.3)/2)*1=2.125
Reinforced concrete solid slab	25	$\frac{25*.25*1}{\cos 29.54°}$ = 7.184
Plaster	22	$\frac{22*.03*1}{\cos 29.54°}$ = 0.759
Total dead load kN/m		11.95

Table (4-6): Flight dead load calculations for Stair case 1

Landing Dead Load computation:

Material	Density (kN/m^3)	Load(kN/m)
Tiles	23	$23*.03*1$ = 0.69
Mortar	22	$22*0.02*1=0.44$
Reinforced concrete solid slab	25	25*0.25*1 = 6.25
Plaster	22	22*0.03*1 = 0.66
Total dead load kN/m		8.04

Table (4-7): Landing dead load calculations for Stair case 1

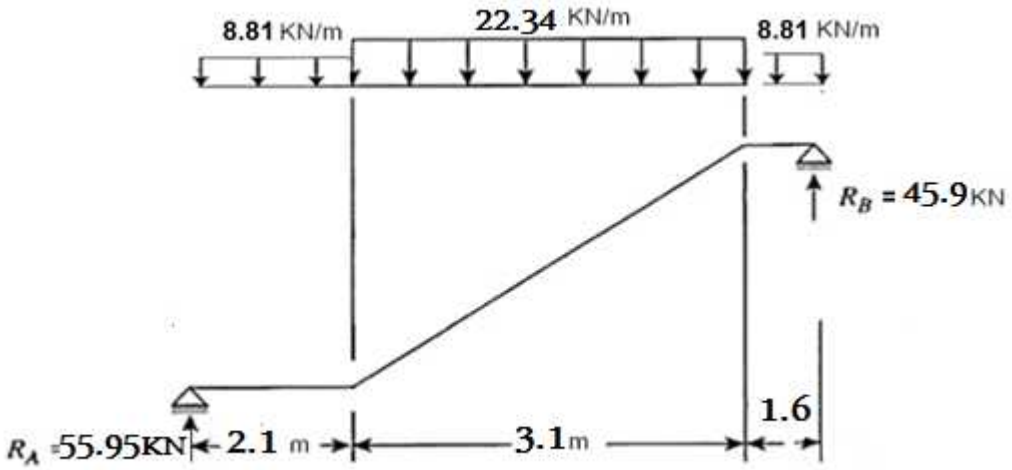
Live Load: LL = 5 kN/m^2

Total factored Load: W = 1.2 D + 1.6 L

For flight W = 1.2 * *11.95*+ 1.6 * 5 = 22.34 kN/m

For landing W = 1.2 * 8.04 + 1.6 * 5 = 17.61 kN/m

4.11.2 Design of slab S1 & S2:



Check for shear strength:

Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement.

$$d = h - 20 - \frac{db}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223 \text{ mm}$$

$$Vu = 55.95 - 8.81\ 0.223\ = 53.99\ kN$$

$$Vc = \frac{1}{6} * \sqrt{fc} * bw * d = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 223 * 10^{-3} = 182.1\ kN\ for\ 1m\ strip$$

$$Ø = 0.75\ for\ shear.$$

$$Ø * Vc = 0.75 * 182.1 = 136.55\ kN\ for\ 1m\ strip$$

$$Vu, max = 53.99\ kN < \frac{1}{2} ØVc = \frac{136.55}{2} = 68.28\ kN$$

The thickness of the slab is adequate enough.

Calculate the maximum bending moment and steel reinforcement:

M_u maximum at distance = 3.78 m

$$Mu = 55.95 * \ 3.78\ - 8.81 * 2.1 * \ 2.73\ - 22.34 * 1.68(0.84) = 129.5\ kN.m$$

Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement. d=223mm .

$m = \frac{f_y}{0.85\, f_c'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.58$

$R_n = \frac{M_n}{b*d^2} = \frac{(129.5/0.9)*10^6}{1000*223^2} = 2.603$ MPa.

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*R_n*m}{f_y}}\right)$

$= \frac{1}{20.58}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*2.603*20.58}{420}}\right) = 0.00665.$

$\rightarrow A_s = \rho * b * d = 0.00665 * 1000 * 223 =$ **1482.95 mm^2**.

$A_{s,min} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 250 =$ ٤٥٠ mm^2 < As,req

Select 6Ø18/m with As = 6 x 254.5 =1527 **mm^2** > As,req

$s = \frac{1000}{6} = 165\ mm$. **Select *s= 15cm***

(s) is the smallest of :

1. 3 h = 3 * 250 = 750 mm.

2. 450 mm.

3. $s = 380\ \frac{280}{fs} - 2.5c = 380\ \frac{280}{\frac{2}{3}*420} - 2.5*20 = 330\ mm$. -control.

Temperature and shrinkage reinforcement.

$As_{(Temperature\ and\ shrinkage)}$ = As min = 4.5 cm^2

Select 3Ø14/m with As = 3 x 1.54 = **4.62 cm^2**.

. **Select *s= 30 cm***

(s) for Temperature and shrinkage is the smallest of :

1. 5 h = 5 * 250 = 1000 mm.

2. **450 mm**. - control.

S = 330 mm < Smax = 450 mm. ok

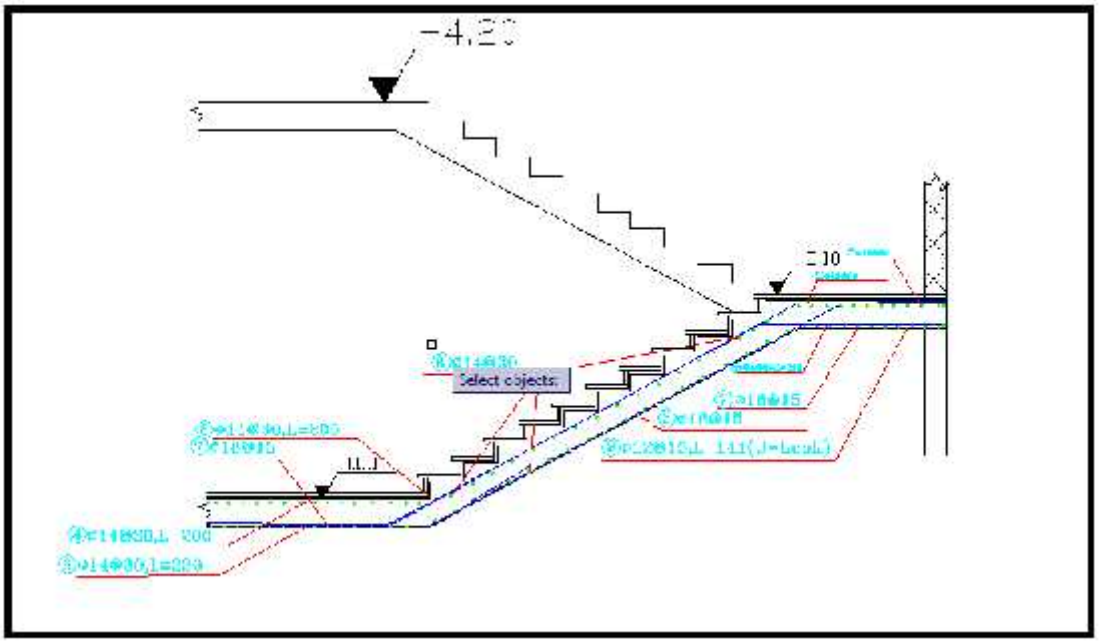


Fig. (4-13) : (Design of staircase 1)

Stair case 2:

4.11.1.1 Minimum slab thickness for deflection is (for a simply supported one-way solid slab):

h_{min} =L/28=330/28=11.79cm

Take h=25mm

4.11.1.2 Loads:

Flight Dead Load computation:

$\theta = \tan^{-1} \frac{rise}{run} = \tan^{-1} \frac{170}{300}$ =29.54°

Material	Density (kN/m^3)	Load(kN/m)
Tiles	23	$23*(.17+.35)/.3 *.03*1$ =1.196
Mortar	22	$22*(.17+.3)/.3 *0.02*1 = 0.689$
Stair steps	25	25/.3*((.17*.3)/2)*1=2.125
Reinforced concrete solid slab	25	$\frac{25*.25*1}{\cos 29.54°}$ = 7.184
Plaster	22	$\frac{22*.03*1}{\cos 29.54°}$ = 0.759
Total dead load kN/m		11.95

Table (4-8): Flight dead load calculations for Stair case 2

Landing Dead Load computation:

Material	Density (kN/m^3)	Load(kN/m)
Tiles	23	$23*.03*1$ = 0.69
Mortar	22	$22*0.02*1 = 0.44$
Reinforced concrete solid slab	25	25*0.25*1 = 6.25
Plaster	22	22*0.03*1 = 0.66
Total dead load kN/m		8.04

Table (4-٩): Landing dead load calculations for Stair case 2

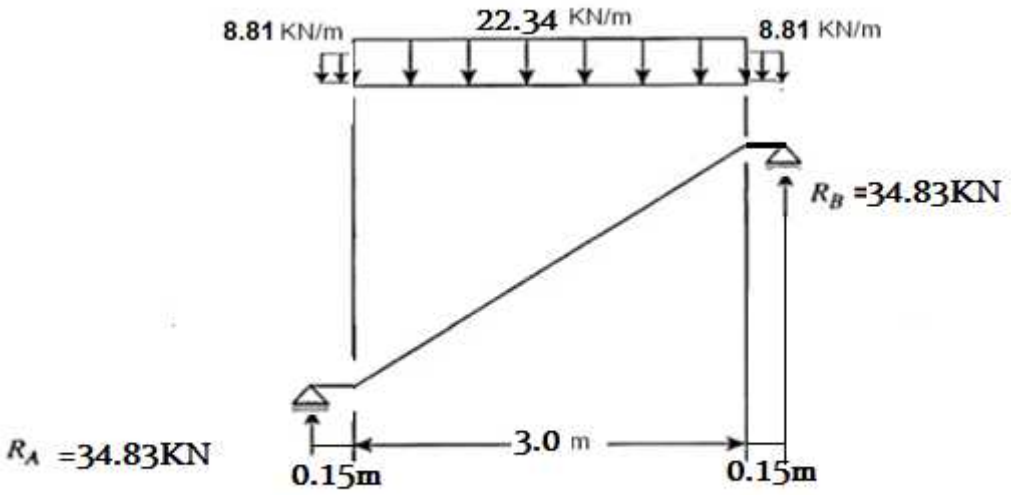
Live Load: LL = 5 kN/m^2

Total factored Load: W = 1.2 D + 1.6 L

For flight W = 1.2 * *11.95*+ 1.6 * 5 = 22.34 kN/m

For landing W = 1.2 * 8.04 + 1.6 * 5 = 17.61 kN/m

4.11.2 Design of slab S1 &S2:



Check for shear strength:

Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement.

$$d = h - 20 - \frac{db}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223 \text{ mm}$$

$$Vu = 34.83 - 8.81\ 0.15\ - 22.34(0.073) = 31.88\ kN$$

$$Vc = \frac{1}{6} * \sqrt{fc} * bw * d = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 223 * 10^{-3} = 182.1\ kN\ for\ 1m\ strip$$

$$\emptyset = 0.75\ for\ shear.$$

$$\emptyset * Vc = 0.75 * 182.1 = 136.55\ kN\ for\ 1m\ strip$$

$$Vu, max = 31.88\ kN < \frac{1}{2}\emptyset Vc = \frac{136.55}{2} = 68.28\ kN$$

The thickness of the slab is adequate enough.

Calculate the maximum bending moment and steel reinforcement:

M_u maximum at distance = 1.65 m

$$Mu = 31.88 * \ 1.65\ - 8.81 * 0.15 * \ 1.575\ - 22.34 * 1.5(0.75) = 25.39\ kN.m$$

Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement. d=223mm .

$m = \frac{f_y}{0.85\, f_c'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.58$

$R_n = \frac{M_n}{b*d^2} = \frac{(25.39/0.9)*10^6}{1000*223^2} = 0.567$ MPa.

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*R_n*m}{f_y}}\right)$

$= \frac{1}{20.58}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*0.567*20.58}{420}}\right) = 0.00137.$

$\rightarrow A_s = \rho * b * d = 0.00137 * 1000 * 223 =$ **305.49 mm^2**.

$A_{s,min} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 250 =$ ٤٥٠ mm^2 >As,req

Use $A_{s,min}$= 450 mm^2

Select 4Ø14/m with As = 4x 153.9 =615.6 **mm^2** > As,req

$s = \frac{1000}{4} = \mathbf{250\ mm}$.

Select *s= 20 cm*

(s) is the smallest of :

1. 3 h = 3 * 250 = 750 mm.

2. 450 mm.

3. $s = 380\ \frac{280}{fs} - 2.5c = 380\ \frac{280}{\frac{2}{3}*420} - 2.5*20 = \mathbf{330\ mm}$. -control.

Temperature and shrinkage reinforcement.

$As_{(Temperature\ and\ shrinkage)}$ = As min = 4.5 cm^2

Select 4Ø14/m with As = 4x 1.54 = **6.16 cm^2**.

Select *s= 20 cm*

(s) for Temperature and shrinkage is the smallest of :

2. 5 h = 5 * 250 = 1000 mm.

2. **450 mm**. - control.

S = 330 mm < Smax = 450 mm. ok

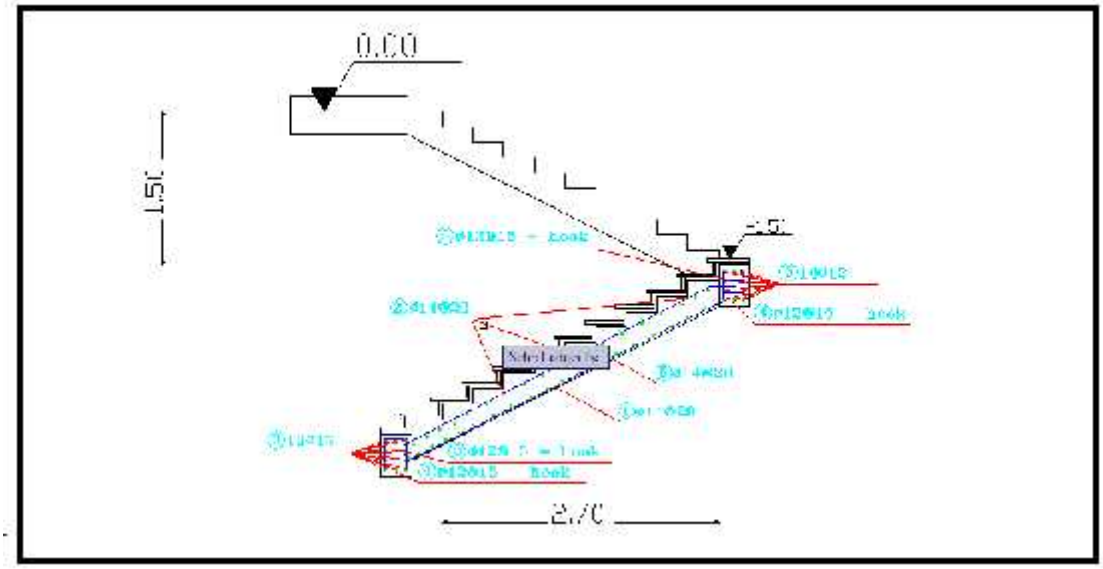


Fig. (4-14) : (Design of staircase 2)

Stair case 3:

4.11.1.1 Minimum slab thickness for deflection is (for a simply supported one-way solid slab):

h_{min} =L/28=620/28=22.14cm

Take h=25mm

4.11.1.2 Loads:

Flight Dead Load computation:

$\theta = \tan^{-1} \frac{rise}{run} = \tan^{-1} \frac{170}{300}$ =29.54°

Material	Density (kN/m^3)	Load(kN/m)
Tiles	23	$23*(.17+.35)/.3*.03*1.5$ =1.794
Mortar	22	$22*(.17+.3)/.3*0.02.5*1.5=1.034$
Stair steps	25	25/.3*((.17*.3)/2)*1.5=3.188
Reinforced concrete solid slab	25	$\frac{25*.25*1.5}{\cos 29.54^\circ}$ = 10.78
Plaster	22	$\frac{22*.03*1.5}{\cos 29.54^\circ}$ = 1.138
Total dead load kN/m		17.95

Table (4-10): Flight dead load calculations for Stair case 3

Landing Dead Load computation:

Material	Density (kN/m^3)	Load(kN/m)
Tiles	23	$23*.03*1.5$ = 1.04
Mortar	22	$22*0.02*1.5=0.66$
Reinforced concrete solid slab	25	25*0.25*1.5 = 9.38
Plaster	22	22*0.03*1.5 = 0.99
Total dead load kN/m		12.10

Table (4-١١): Landing dead load calculations for Stair case 3

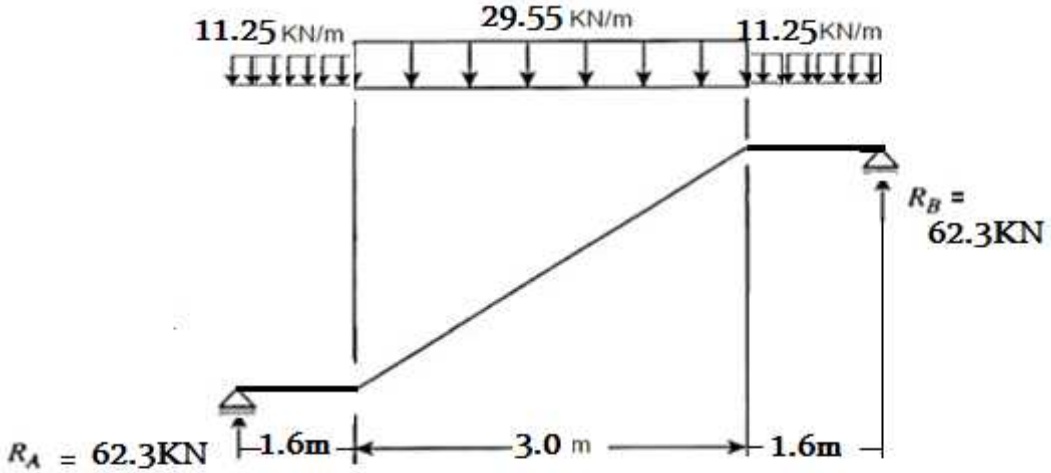
Live Load: LL = 5 kN/m^2

Total factored Load: W = 1.2 D + 1.6 L

For flight W = 1.2 * *17.95* + 1.6 * 5 = 29.55 kN/m

For landing W = 1.2 * 12.10 + 1.6 * 5 = 22.50 kN/m

4.11.2 Design of slab S1 &S2:



Check for shear strength:

Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement.

$$d = h - 20 - \frac{db}{2} = 250 - 20 - \frac{14}{2} = 223 \text{ mm}$$

$$Vu = 62.3 - 11.25(0.223) = 59.79\ kN$$

$$Vc = \frac{1}{6} * \sqrt{fc} * bw * d = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 223 * 10^{-3} = 182.1\ kN\ for\ 1m\ strip$$

$$\emptyset = 0.75\ for\ shear.$$

$$\emptyset * Vc = 0.75 * 182.1 = 136.55\ kN\ for\ 1m\ strip$$

$$Vu, max = 59.79\ kN < \frac{1}{2}\emptyset Vc = \frac{136.55}{2} = 68.28\ kN$$

The thickness of the slab is adequate enough.

Calculate the maximum bending moment and steel reinforcement:

M_u maximum at distance = 3.1 m

$$Mu = 62.3 * \ 3.1 \ - 11.25 * 1.6 * \ 2.3 \ - 29.55 * 1.5(0.75) = 118.5\ kN.m$$

Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement. d=223mm .

$$m = \frac{f_y}{0.85\ f'_c} = \frac{420}{0.85*24} = 20.58$$

$$R_n = \frac{M_n}{b*d^2} = \frac{(118.5/0.9)*10^6}{1000*\ 223^2} = 2.648 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*R_n*m}{f_y}}\right)$$

$$= \frac{1}{20.58}\ 1 - \sqrt{1 - \frac{2*2.648*20.58}{420}} = 0.00678$$

$\rightarrow A_s = \rho$ * b *d = 0.00678* 1000* 223 = **1511. 36 mm^2**.

$A_{s,min}$ = 0.0018 x b x h = 0.0018 x 1000 x 250= ٤٥٠ mm^2 >As,req

Use $A_{s,min}$= 450 mm^2

Select 6Ø18/m with As = 6x 255 =1530 **mm^2** > As,req

$$s = \frac{1000}{6} = \mathbf{167\ mm}.$$

Select *s= 15 cm*

(s) is the smallest of :

1. 3 h = 3 * 250 = 750 mm.

2. 450 mm.

3. $s = 380\ \frac{280}{fs} - 2.5c = 380\ \frac{280}{\frac{2}{3}*420} - 2.5*20 = \mathbf{330\ mm}$. -control.

Temperature and shrinkage reinforcement.

$As_{(Temperature\ and\ shrinkage)}$ = As min = 4.5 cm^2

Select 4Ø14/m with As = 4x 1.54 = **6.16 cm^2**.

Select *s= 20 cm*

(s) for Temperature and shrinkage is the smallest of :

3. 5 h = 5 * 250 = 1000 mm.

2. **450 mm**. - control.

S = 330 mm < Smax = 450 mm. ok

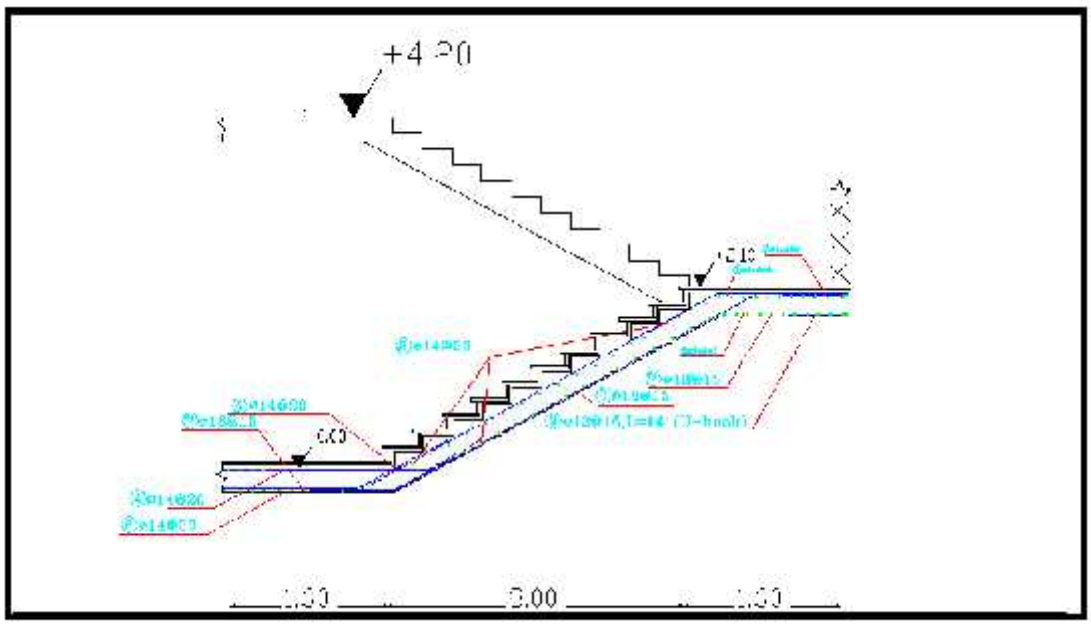


Fig. (4-15) : (Design of staircase 3)

4.12 Design of shear wall :

fc' = 24 MPa , fy = 420 MPa , $\frac{\Delta h}{hw}$ = 0.0048 ,lw = 10.3 m =10300 mm , Nu = 0.0 , h = 30 cm

4.12.1.1 Location of Shear wall:

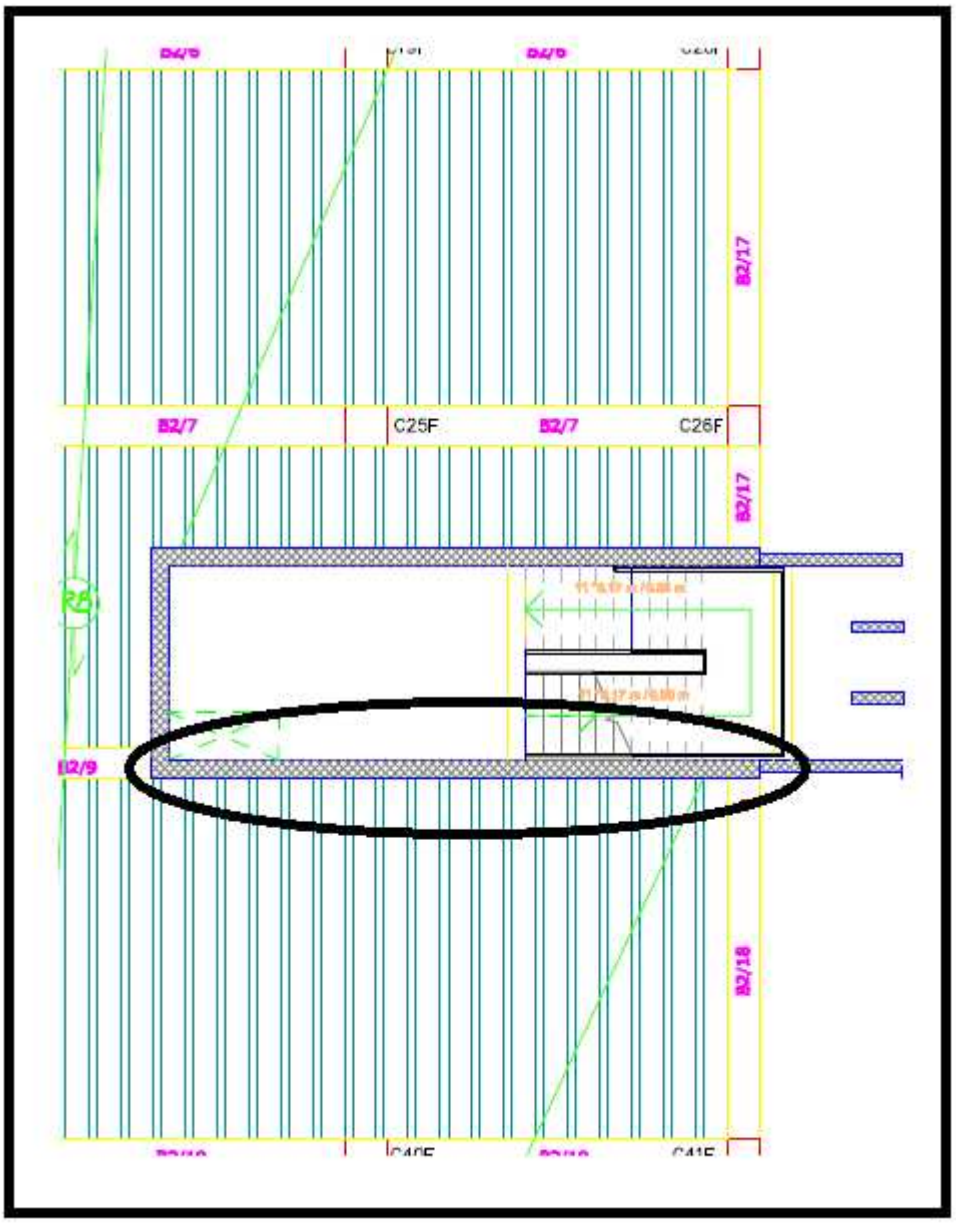


Figure (4-16): Shear wall location

shear wall shear and moment diagrams are shown below:

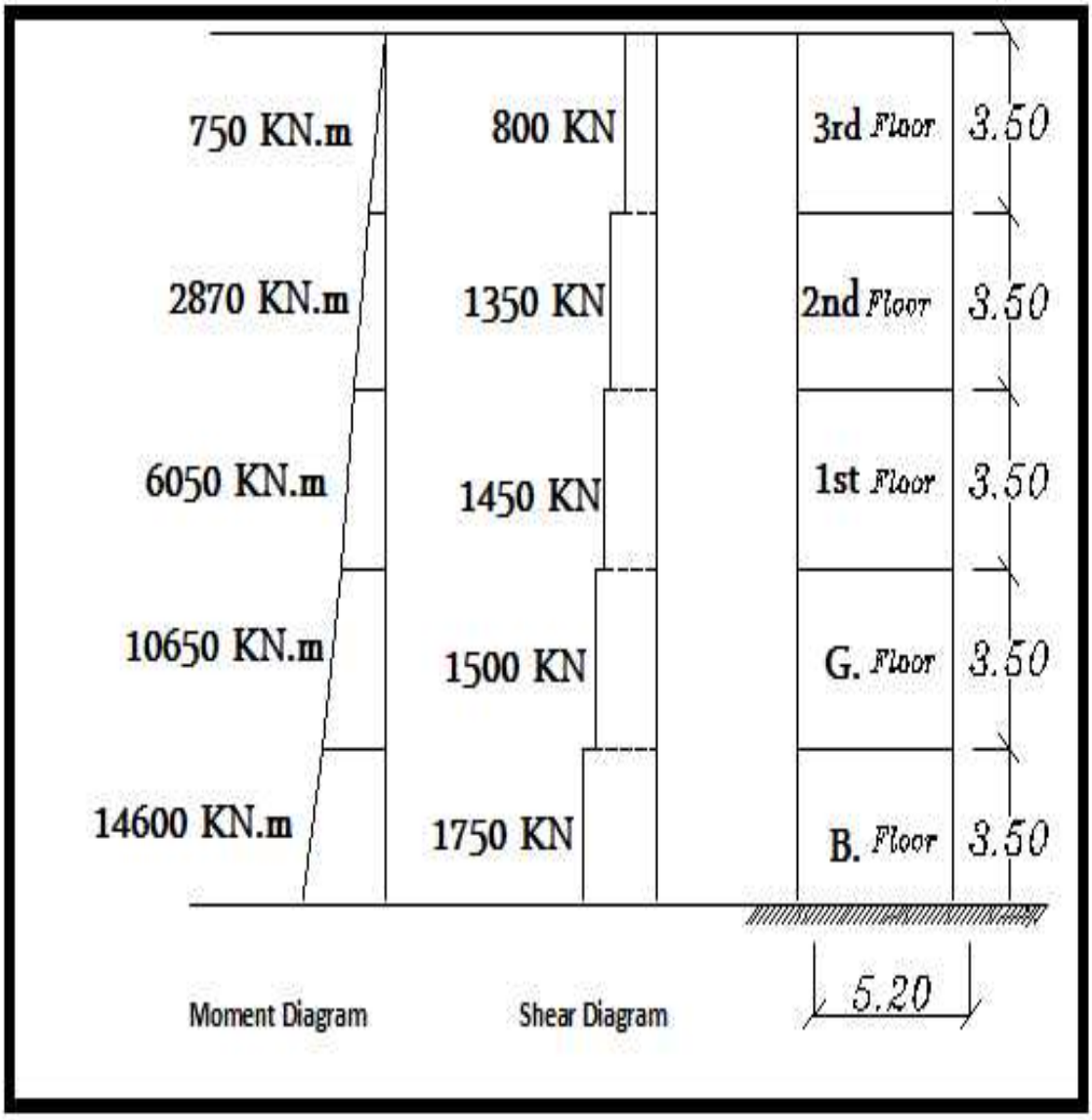


Figure (4-17): Shear wall moment & shear diagrams

4.12.1.2 Analysis:

Critical section of moment Mu at :

Lw/2 = 10.3/2 = 5.15 m - control

or Hw/2 = 17.5/2 = 8.75 m

4.12.2 Design:

D = 0.8 x 10.3 = 8.24 m - control

Or = 0.8 x 17.5 = 14 m

4.12.2.1 Design of shear force: (design of horizontal reinforcement Avh)

Vu,max =1750 kN (at critical section)

Shear strength of concrete:

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}\, h\, d = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 300 * 8240 * 10^{-3} = 2018\ KN_control$$

$$V_c = 0.27\sqrt{f_c'}\, h\, d + \frac{N_u d}{4 l_w} = 0.27\sqrt{24} * 300 * 8240 * 10^{-3} + 0$$

$$= 3270\ KN$$

Mu1 at critical section = 14600 kN.m

$$V_c = \left[0.05\sqrt{f_c'} + \frac{l_w\left[0.1\sqrt{f_c'} + 0.2\frac{N_u}{l_w h}\right]}{\frac{M_{u1}}{V_u} - \frac{l_w}{2}}\right] hd$$

$$V_c = 0.05\sqrt{24} + \frac{10.3X\ 0.1\sqrt{24}+0}{\frac{14600}{1750}-\frac{10.3}{2}}\ 300 * 8240 * 10^{-3}$$ = **4512 kN - control**

ØVc + **ØVs** = **Vu**

Vs = **(Vu/ Ø)** – **Vc** = (1750/0.75) – 2018 = 315 **kN**

$$\frac{Avh}{s} = \frac{Vs}{Fy\,d}$$

$\frac{Avh}{s} = \frac{315x\,1000}{420\,x8240}$ = 0.09

$\frac{Avh}{s}\ min =$ 0.0025x 300 = **0.75** – control > 0.09

Smax is the smallest of :

$\frac{Lw}{5}$ = $\frac{1030}{5}$ = 206 cm

3xh = 3x30 = 90 cm_control

Avh for two layers

Select **Ø**10, Av = 2 x 78 = 157 mm^2

$\frac{Avh}{s} = 0.75$, S = 157/0.75 = 209 mm

Select s = 200 mm < 90cm

4.12.2.2 Design of uniform vertical reinforcement (Avv)

Avv = $0.0025 + 0.5 \quad 2.5 - \frac{hw}{lw} \quad x \quad \frac{Avh}{sh\,x\,h} - 0.0025 \quad x\,h\,x\,sv$

$\frac{Avv}{sv}$ = (0.0025 + 0) x 300 = 0.75

Select Ø16 for two layers with Avv = 402 mm^2

$\frac{402}{sv}$ = 0.75 , Sv = 536 mm

Select sv = 200 mm < smax = $\frac{lw}{3}$ = 5150mm

< 3h = 900 mm

< 450 mm

4.12.2.3 Design of vertical steel in boundary Avb:

Mu = Muv + Mub

- Part of Muv:

Asv = 402x $\frac{1030}{20}$ = 20703 mm^2

$$\frac{z}{lw} = \frac{1}{(2+\frac{0.85\,x\,\beta_1\,x\,fc'\,x\,lw\,x\,h}{Asv\,x\,fy})} = \frac{1}{(2+\frac{0.85x0.8x24x10300x300}{20703x420})} = 0.128$$

Muv = 0.9 [0.5 x Asv x fy x Lw $\quad 1 - \frac{z}{2\,lw}$]

= 0.9 [0.5 x 20703 x 420 x 10300 $\quad 1 - \frac{0.128}{2}$] $* 10^{-6}$ = 37723 kN.m

Mub = Mu – Muv = 14600 – 9435 = 5165 kN.m

- Length of compression zone (x) location of neutral axix:

X > $\frac{Lw}{600\,x\,\frac{\Delta h}{h}} = \frac{10300}{600\,x\,0.0048}$ = **3576 mm**

Length of boundary element:

LB > $\frac{x}{2} = \frac{3576}{2}$ = 1788 mm > x – 0.1 Lw = 3576 – 0.1 X 10300 = **2546 mm**

Select LB = 1000 mm

As'B = $\frac{MuB/\emptyset}{fy\,(\,lw-LB)} = \frac{(5165\,/\,0.9)10^6}{420\,(\,10300-1000)}$ = **1469 mm^2**

Select 14Ø12 with **As = 1608 mm^2** (Two layers).

4.1٣ Design of isolated Footing(F8):

4-13-1 Materials and Loads:

Isolated footing that we consider to design with materials of:

$f_{c'} = 24\ Mpa$, $f_y = 420\ Mpa$.

Dead Load (service) $= 3310\ kN$.

Live Load (service) $= 1850\ kN$.

Total services load $= 3310 + 1850 = 5160\ kN$.

Total Factored load $= 1.2\ 3310 + 1.6\ 1850 = 6932\ kN$.

Column dimension $a \times b = 70\ cm \times 70\ cm$.

Soil density $= 18\ (\frac{kg}{cm^2})$.

Allowable bearing capacity $q_{all} = 500\ (\frac{kN}{m^2})$

Assume $h_c = 90\ cm$. $D_f = 120\ cm$

$q_{all-net} = 500 - 25 \times 0.9 - 18 \times 0.3 - 5 = 479.1\ (\frac{kN}{m^2})$

- Area of footing:

$A = \frac{P_t}{q_{all-net}} = \frac{5160}{479.1} = 10.77\ m^2$ Assume Square Footing

B required = 3.28 m, Select $B = 3.3\ m$

- Bearing pressure:

$$q_u = \frac{6932}{3.3 \times 3.3} = 636.55\ \ (\frac{kN}{m^2})$$

4-13-2 Design:

- Design of one-way shear strength:

Critical Section at Distance d From The Face of Column Assume $h = 90\ cm$.

Bar diameter Ø12 for main reinforcement and 7.5 cm Cover.

$d = 900 - 75 - 12 = 813\ mm$

$$V_u = q_u \times \left(\frac{B-a}{2} - d\right) \times L = 636.55 \times \left(\frac{3.30 - 0.70}{2} - 0.813\right) \times 3.30$$

$= 1023\ kN$

$$\emptyset V_C = \emptyset \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f_{c'}} \times b \times d = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 3300 \times 813 \times 10^{-3}$$

$= 3285.87\ kN$

$$\emptyset V_C = 3285.87\ kN > V_u = 1023\ \ kN - Safe$$

- Design of Tow-way shear strength:

$$V_u = p_u - FR_b$$

$$FR_b = q_u \times area\ of\ critical\ section$$

$$V_u = 6932 - 636.55 \times \ \ 0.70 + 0.813\ \ \times\ \ 0.70 + 0.813\ \ \ = 5474.83\ kN$$

The punching shear strength is the smallest value of the following equations:

1. $\emptyset V_C = \emptyset \times \frac{1}{6}\ \ 1 + \frac{2}{\beta_c}\ \ \times\ \ \overline{f_{c'}} \times b_\circ \times d$
2. $\emptyset V_C = \emptyset \times \frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s}{b_\circ} + 2\right) \times\ \ \overline{f_{c'}} \times b_\circ \times d$
3. $\emptyset V_C = \emptyset \times \frac{1}{3} \times\ \ \overline{\frac{d}{f_{c'}}} \times b_\circ \times d$

Where:

$$\beta_c = \frac{column\ Length\ (a)}{column\ width\ (b)} = \frac{70}{70} = 1.00$$

$$b_\circ = Perimeter\ of\ critical\ section\ taken\ at\ (d/2)\ from\ the\ loaded\ area.$$

$$= 2 \times\ \ 813 + 700\ \ + 2 \times\ \ 813 + 700\ \ = 6052\ mm$$

$$\alpha_s = 40\ for\ interior\ coulmn$$

Substituting values in equations:

$$\emptyset V_C = 0.75 \times \frac{1}{6}\ \ 1 + \frac{2}{1.00}\ \ \times \sqrt{24} \times 6052 \times 813 \times 10^{-3}\ \ = 9039.12\ kN$$

$$\emptyset V_C = 0.75 \times \frac{1}{12}\ \ \frac{40}{\frac{6052}{813}} + 2\ \ \ \times \sqrt{24} \times 6052 \times 813 \times 10^{-3}\ \ = 11108.23\ kN$$

$$\emptyset V_C = 0.75 \times \frac{1}{3} \times \sqrt{24} \times 6052 \times 813 \times 10^{-3}\ \ = 6026.08\ kN$$

$$\emptyset V_C = 6026.08\ kN > V_u = 5474.83\ kN$$

- Design Bending moment:

Critical Section at the Face of Column:

$$M_u = q_u \times \frac{B-a}{2}^2 \times \frac{L}{2} = 636.55 \times \frac{3.30-0.70}{2}^2 \times 1.65 = 1775.02\ kN$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{1775.02 \times 10^6}{0.9 \times 3300 \times 813^2} = 0.904 MPa$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.58$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.58}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.58 \times 0.904}{420}}\right)$$

$$= 0.0022$$

$$A_{S,req} = \rho \times b \times d = 0.0022 \times 3300 \times 813 = 5902.38\ mm^2$$

$$A_{Smin} = 0.0018 \times 3300 \times 900 = 5346\ mm^2$$

$$A_{S,req} = 5902.38\ mm^2 > A_{Smin} = 5346\ mm^2$$

Check maximum step (S) is the smallest of:

1. $3h = 3 \times 900 = 2700 mm$
2. $450\ mm.$
3. $S = 380\ \frac{280}{f_s} - 2.5C_c = 380\ \frac{280}{\frac{2}{3}\times 420} - 2.5 \times 75 = 192.5\ mm - control.$

Use 53Ø12 $with\ A_{s,prov} = 5989\ mm^2 > A_{S,req} = 5346\ mm^2$(both direction).

$$S = \frac{330}{53-1} = 6.5\ cm \quad NOT\ OK$$

Use 27Ø16 $with\ A_{s,prov} = 5427\ mm^2 > A_{S,req} = 5346\ mm^2$(both direction).

$$S = \frac{330}{27-1} = 12.5\ cm \ldots\ OK$$

Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85\, b\, f_{c'}} = \frac{5427 \times 420}{0.85 \times 3300 \times 24} = 33.86\ mm$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{33.86}{0.85} = 39.83\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\ \frac{d - c}{c} = 0.003\ \frac{813 - 39.83}{39.83} = 0.0582 > 0.005\ \ldots\ldots 0k$$

الفصل الخامس:

النتائج و التوصيات

---

١ النتائج

٢ التوصيات

٣ المصادر

٤ الملاحق

النتائج:

من خلال العمل في هذا البحث ، و التعرف على معطياته و جوانبه ، تم الخروج بزبدة هذا البحث من خلال نتائج تتمثل فيما يلي :-

١- تم في مساق مقدمة المشروع وضع حلول أولية للتصميم الإنشائي للمبنى الجديد للمستشفى.

٢- يجب على كل مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.

٣ - إن فهم المخططات المعمارية له دور كبير في إيجاد الحلول الإنشائية الملائمة لنوع الاستخدام في المبنى .

٤- التعرف على العناصر الإنشائية ، وكيفية التعامل معها، ومع آلية عملها ، وذلك ليتم تصميمها تصميما جيدا يحقق الأمان بأقل تكلفة اقتصادية.

٥ - برامج الحاسوب المستخدمة:

هناك عدة برامج حاسوب تم استخدمها في مقدمة هذا المساق وهي:

a) AutoCAD 2007 : و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b) BEAMD: للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
c) Microsoft Office: تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع ، واعداد الجداول المرافقة للتصميم.

التوصيات:

١. يجب أن يكون هنالك توافق بين المصمم المعماري والإنشائي خلال عملية التصميم حتى ينتج مبنى متكاملاً إنشائياً ومعمارياً.

٢. يجب استكمال التصميم الكهربائي و الميكانيكي للمشروع قبل المباشرة في التنفيذ لإدخال أي تعديلات محتملة عليه من الناحية الإنشائية.

٣. يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم اختيار مواد البناء مع تحديد النظام الإنشائي للمبنى .

٤. يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع بأقل تغييرات ممكنة.

٥. لا بد من توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة تحمل تربة الموقع، من خلال تقرير جيوتقني خاص بتلك المنطقة.

قائمة المصادر والمراجع :-

١. كودات البناء الوطني الأردني، **كود الأحمال والقوى**، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، ١٩٩٠م.
٢. ملاحظات الأستاذ المشرف.
٣. **واكد** ، خليل إبراهيم ، **الدليل الإنشائي لتصميم البلاطات الخرسانية** ,دار الكتب العالمية للنشر والتوزيع ، جمهورية مصر العربية ،٢٠٠١م .

4. ACI Committee 318 (20١٤), ***ACI 318-١٤: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary***, American Concrete Institute, ISBN 0-87031-264-2.
5. D. Fanella, I. Alsamsam, "***The Design of Concrete Floor Systems***", PCA Professional Development Series, 2005.
6. Nawy, Edward, ***Prestressed Concrete Fifth Edition Upgrade: ACI, AASHTO, IBC Codes Version (5th Edition),***2009.

المـــلاحـــــق(Attachments):-

Appendix (A)

Architectural Drawings

This appendix is an attachment with this project

Appendix (B)

Structural Drawings This appendix is an attachment with this project

Appendix (C)

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

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

Notes:
Values given shall be used directly for members with normalweight concrete (density w_c = 2320 kg/m^3) and Grade 420 reinforcement. For other conditions, the values shall be modified as follows:
a) For structural lightweight concrete having unit density, w_c, in the range 1440-1920 kg/m^3, the values shall be multiplied by $(1.65 - 0.003w_c)$ but not less than 1.09.
b) For f_y other than 420 MPa, the values shall be multiplied by $(0.4 + f_y/700)$.

MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS

(ONE WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED)

TABLE 9.5(b) — MAXIMUM PERMISSIBLE COMPUTED DEFLECTIONS

Type of member	Deflection to be considered	Deflection limitation
Flat roofs not supporting or attachedto nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	Immediate deflection due to live load L	$\ell/180^{*}$
Floors not supporting or attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	Immediate deflection due to live load L	$\ell/360$
Roof or floor construction supportingor attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	That part of the total deflection occurring after attachment of nonstructural elements (sum of the long-term deflection due to all sustained loads and the immediate deflection due to any additional live load)†	$\ell/480^{\ddagger}$
Roof or floor construction supportingor attached to nonstructural elements not likely to be damaged by large deflections		$\ell/240^{\S}$

* Limit not intended to safeguard agains ponding. Ponding should be checked by suitable calculations of deflection, including added deflections due to ponded water, and considering long-term effects o all sustained loads, camber, construction tolerances, and reliability of provisions for drainage.

† Long-term deflection shall be determind in accordance with 9.5.2.5 or 9.5.4.3, but may be reduced by amount of deflection calculated to occur before attachment of nonstructural elements. This amount shall be determined on basis of accepted engineering data relating to time-deflection characteristics of members similar to those being considered.

‡ Limit may be exceeded if adequate measures are taken to prevent damage to supported or attached elements.

§ Limit shall not be greater than tolerance provided for nonstructural elements. Limit may be exceeded if camber is provided so that total deflection minus camber does not exceed limit.

MAXIMUM PERMISSIBLE COMPUTED DEFLECTIONS