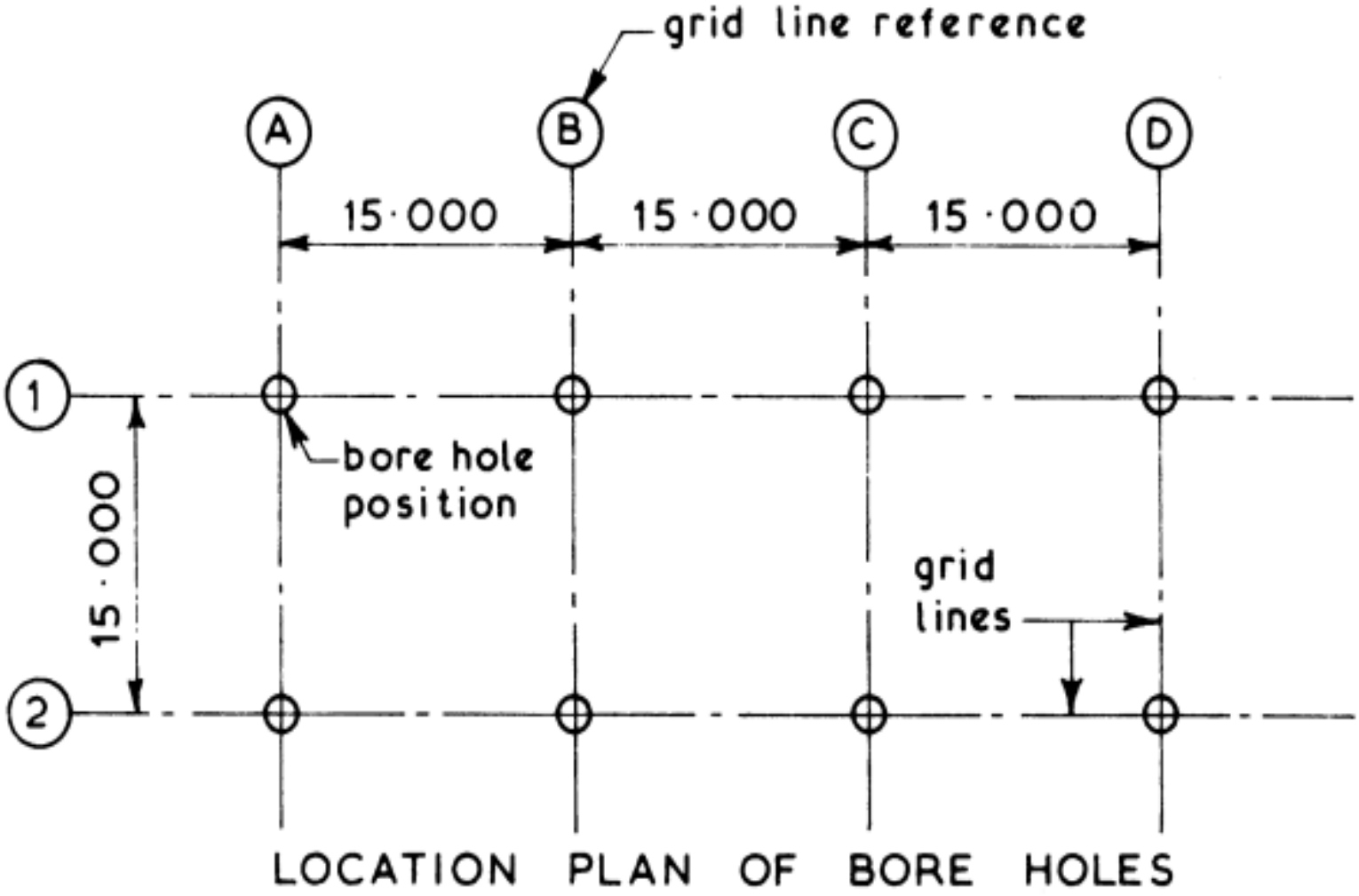
تشييد المباني 5

Dr. Muain Qasem

Foundation الأساسات

- الأساس هو الجزء الذي ينقل أحمال المبنى إلى التربة
- ولذلك فإن الأساسات تتأثر بالوزن المحمل عليها, فكلما كان الوزن أكبر كلما كان حجم القاعدة أكبر كي تستطيع تحمل ذلك الوزن.
- والعلاقة بين الأساسات والتربة هي أنه كلما كانت التربة أقوى في التحمل فإن الحجم للقاعدة يكون أصغر.

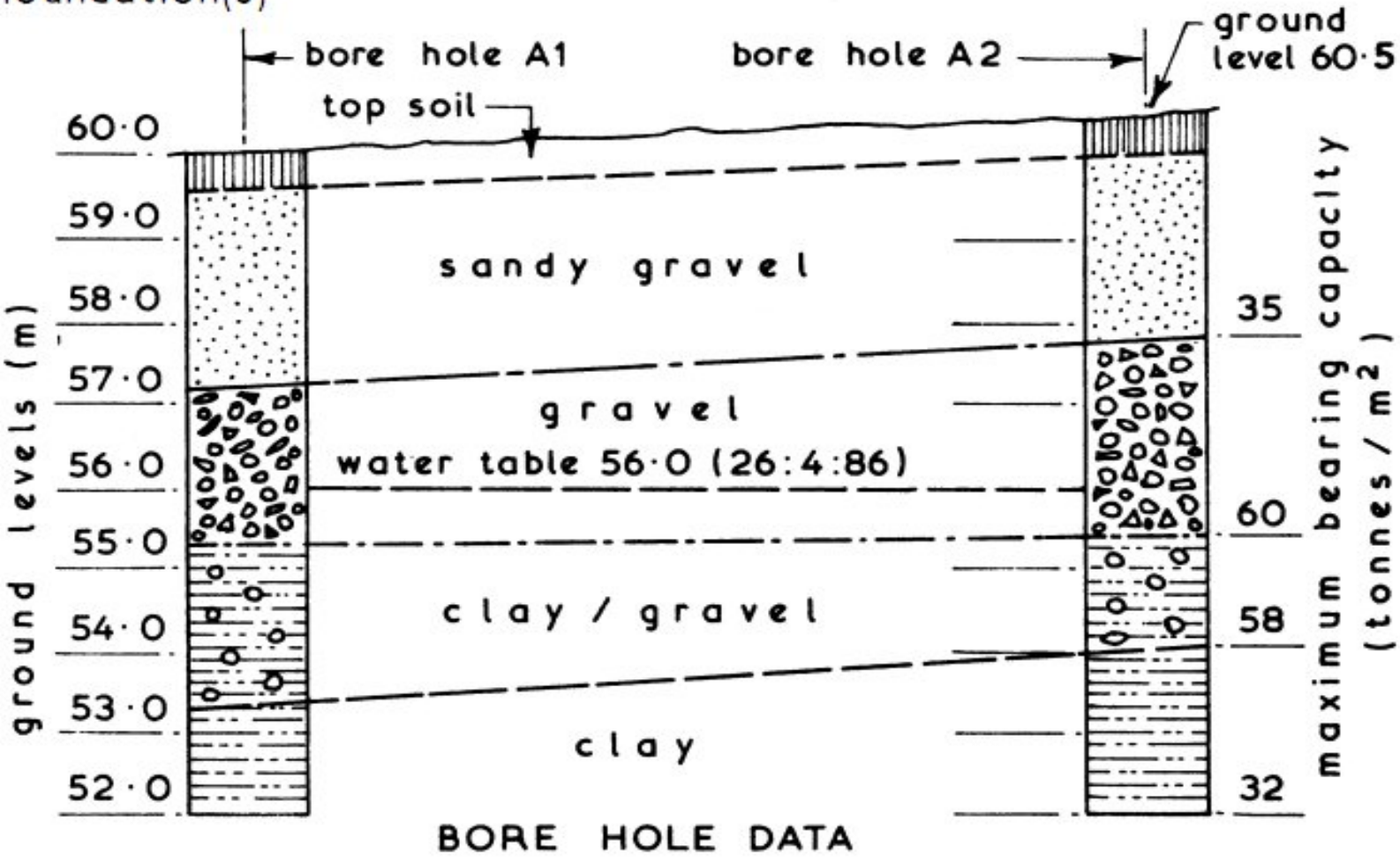
- **تصميم الأساسات: تمر عملية تصميم الأساسات بثلاث مراحل:**
- **1. استكشاف التربة (أخذ العينات):**
- ويتم ذلك بعمل حفر (يتراوح قطرها بين 5- 40 سم و الغالب 40 سم) في ارض المشروع، تختلف أعماقها باختلاف المشروع، حيث يكفي في مشاريع الطرق مثلاً الوصول إلى
- عمق متر أو متر ونصف.
- وتؤخذ عينة عند كل نصف متر من عمق الجسة،
- أما في حالة المباني، فيتم تحديد العمق بطريقتين:



LOCATION PLAN OF BORE HOLES

LOCATION PLAN OF BORE HOLES

Bore holes can be taken on a 15·000 to 20·000 grid covering the whole site or in isolated positions relevant to the proposed foundation(s)



- أ- إما بربطه بعرض القاعدة الأقصى المتوقع، فمثلاً يتم الحفر إلى ضعف عرض القاعدة، أوأكثر أو أقل،
- ومن **عيوب** هذه الطريقة أنه في حالة قواعد اللبشة يستحيل ربط العمق بأبعاد القاعدة، لكبر هذه الأبعاد.
- ب. أو بالوصول إلى عمق يصل الضغط فيه إلى عشر الضغط المبذول على التربة أسفل القاعدة مباشرة.
- من **عيوب** هذه الطريقة أنها قد تؤدي في بعض الأحيان إلى الوصول إلى أعماق كبيرة للوصول إلى عشر الضغط السطحي.

ملاحظة

- 1) العدد الأدنى لحفر الاستكشاف هذه **هو ثلاثة،** ويجب أن تقع تحت البناء موزعةً على مساحة المبنى، وإن تعذر ذلك، فيجب أن تقع في أقرب مكان للبناء.
- 2) حفر الاستكشاف يمكن الاستفادة منها أثناء عملية الحفر في أمرين:
- أولاً: التعرف بالنظر على طبقات التربة التي مر عليها الحفر من حيث سمك ونوعية هذه الطبقات.
- ثانياً: التعرف على التربة الردمية إن وجدت في الموقع، حيث يتم التعرف عليها مباشرةً من خلال عدم تجانس مكوناتها، ويتم إزالتها نهائياً من الموقع.

2. إجراء التجارب وتحديد قدرة تحمل التربة

- وينتج عن هذه الخطوة فحص التربة الذي يعطي المعلومات الآتية:
- طبيعة الطبقات وسمكها.
- خصائص خاصة بالعينة مثل

- Liquid limit, Plastic limit, Water content,
- Bearing capacity, Unit weight, Plasticity index, void ratio

- كذلك يعطي اختبار التربة قيمتين مهمتين في تحديد قوة تحمل التربة، وهما (زاوية الاحتكاك بين حبيبات التربة Φ وعلاقتها أساساً بالرمل sand).
- قوة الالتصاق بين حبيبات التربة Cohesion (C) وعلاقتها الأساسية بالطين clay

- يعطي فحص التربة معلومات هامة عن التأسيس، فمثلاً يمنع التأسيس على تربة غير أصلية (ردم) إلا بعد فحص الدمك.

تحديد نوع الأساس الملائم (تصميم الأساسات):

- تنقسم الأساسات إلى أساسات سطحية وأخرى عميقة وكل منها يوجد لها عدة أشكال يمكن تصنيفها كالتالي:
- **أ. الأساسات السطحية** (shallow foundation):

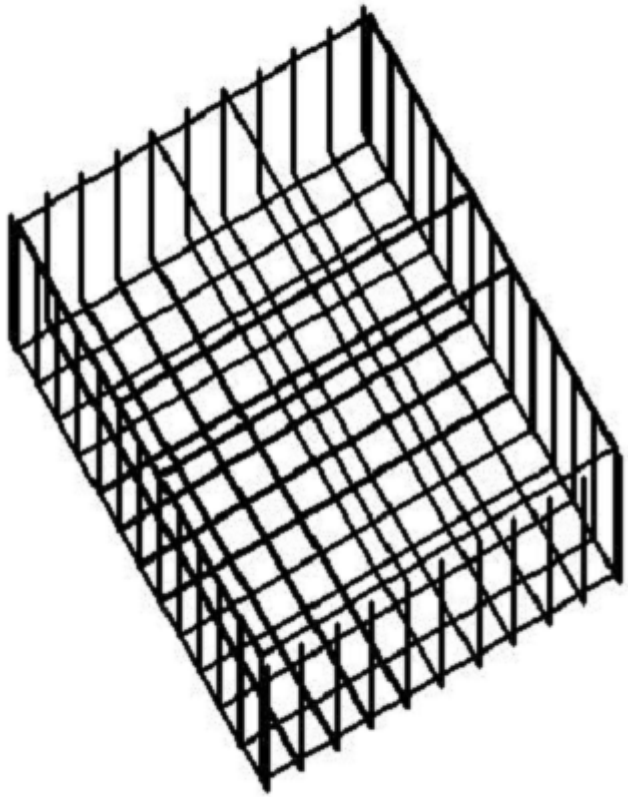
الأساسات السطحى

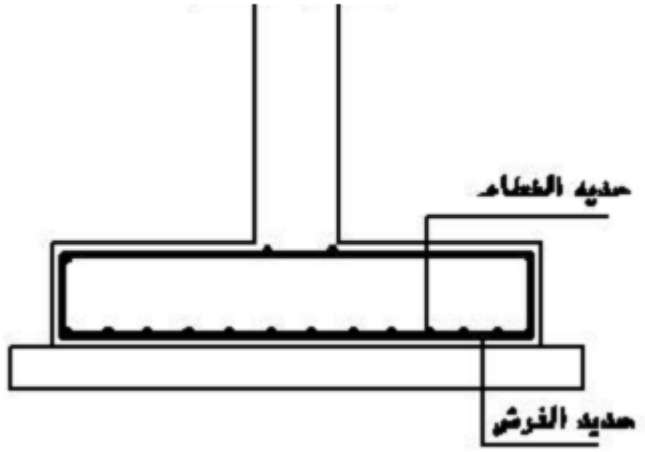
- عمق التأسيس فيها Df/B أصغر من 1 ، حيث ان B عرض القاعدة و Df عمق القاعدة.
- التأسيس يمكن أن يكون نظرياً على سطح الأرض، أما عملياً فيصعب ذلك لعدة اعتبارات، منها:

- إمكانية ارتفاع أو انخفاض منسوب الشارع، بالردم أو الحفر مستقبلاً، وبناء على ذلك يتم معرفة المنسوب التصميمي للشارع قبل تحديد عمق التأسيس.
- منسوب شبكات المياه والصرف الصحي في الشوارع.
- في المناطق الباردة، تتعرض الطبقات السطحية للتربة إلى التجمد شتاء(بسمك حوالي 60 سم)، مما يؤدي إلى زيادة حجمها، وينعكس ذلك عند ارتفاع درجات الحرارة، مما يعني حركة دائمة للتربة أسفل المنشأ، وهنا يجب النزول بالتأسيس إلى أعماق أكبر من سمك هذه الطبقات.

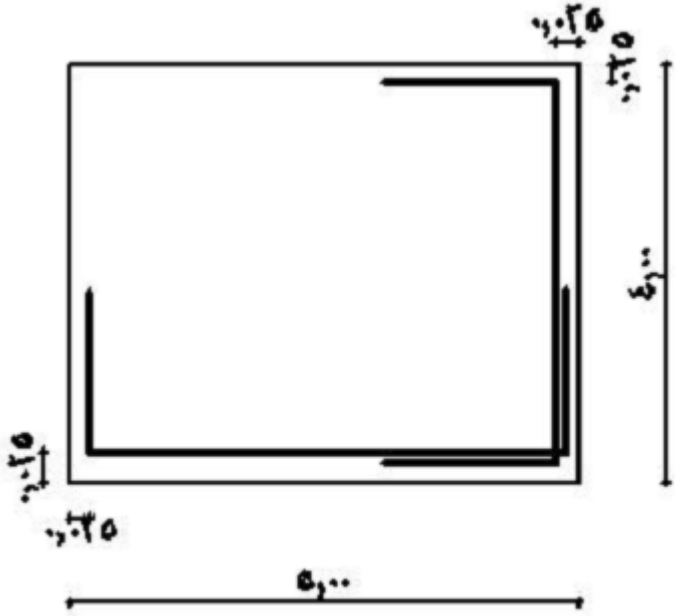
- وتنقسم الأساسات السطحية إلى عدة أقسام أهمها:
- **1) قواعد منفصلة:** Isolated Footing
- وفيها تحتوي كل قاعدة على عامود واحد فقط، وتحسب أبعادها من خلال:
- حساب المساحة (بقسمة الضغط المبذول على القاعدة على قدرة تحمل التربة)، ثم فرض أحد الأبعاد، وإيجاد الآخر من خلال المساحة.
- ويفضل أن يكون مركز العامود على مركز القاعدة، أما في حالة وجود إزاحة للعامود فيجب ألا يزيد البعد بين المركزين عن L/6، حيث L هو الطول الموجود على امتداده خط الإزاحة.

- **أنواع الانـهيارات في القواعد المنفصلة:**
- Bearing Failure: وينتج عن كون مساحة القاعدة غير كافية لمنع القاعدة من الغوص في التربة بفعل الأحمال.
- Shear Failure: .

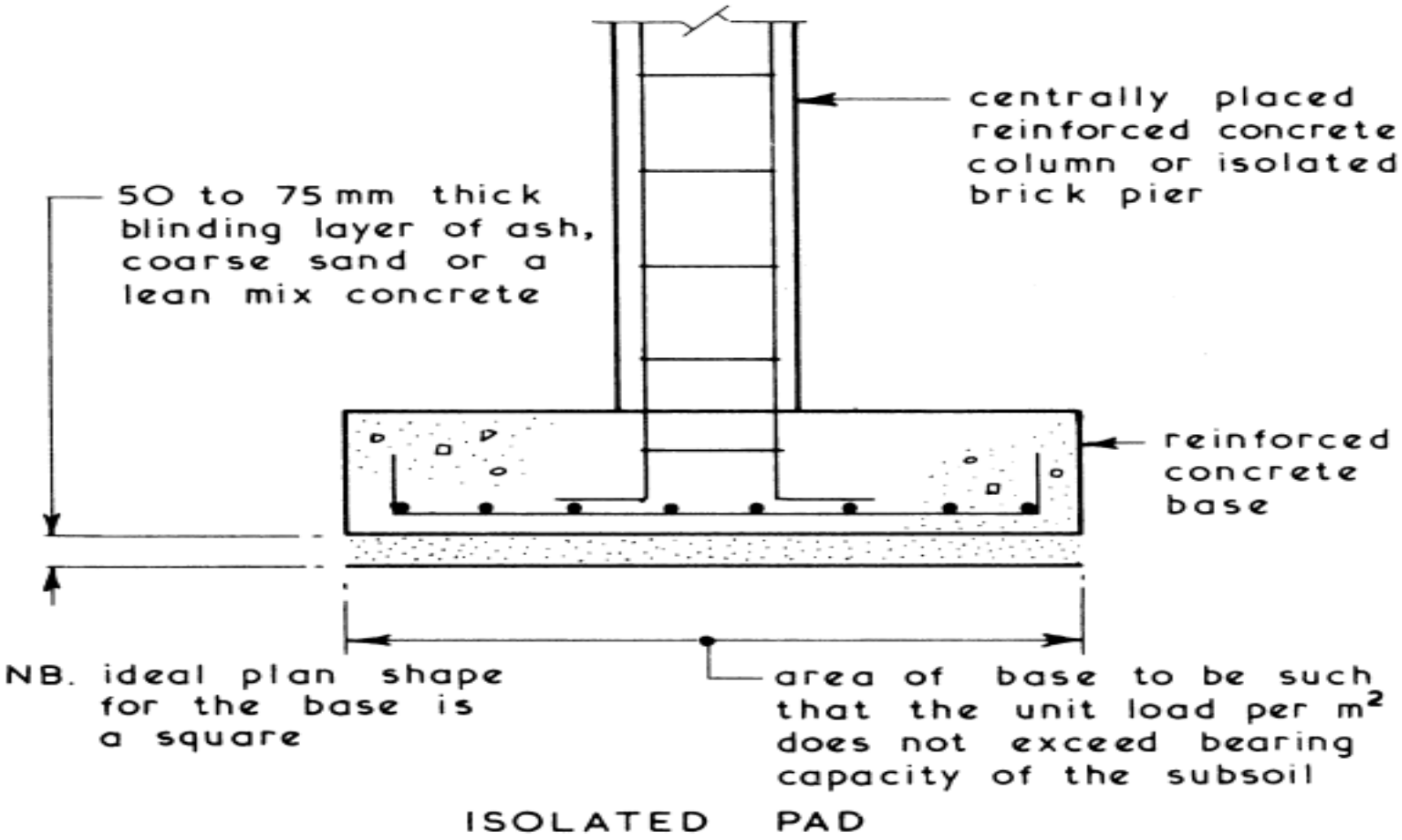




تفاصيل تسليح القاعده



Isolated Foundation

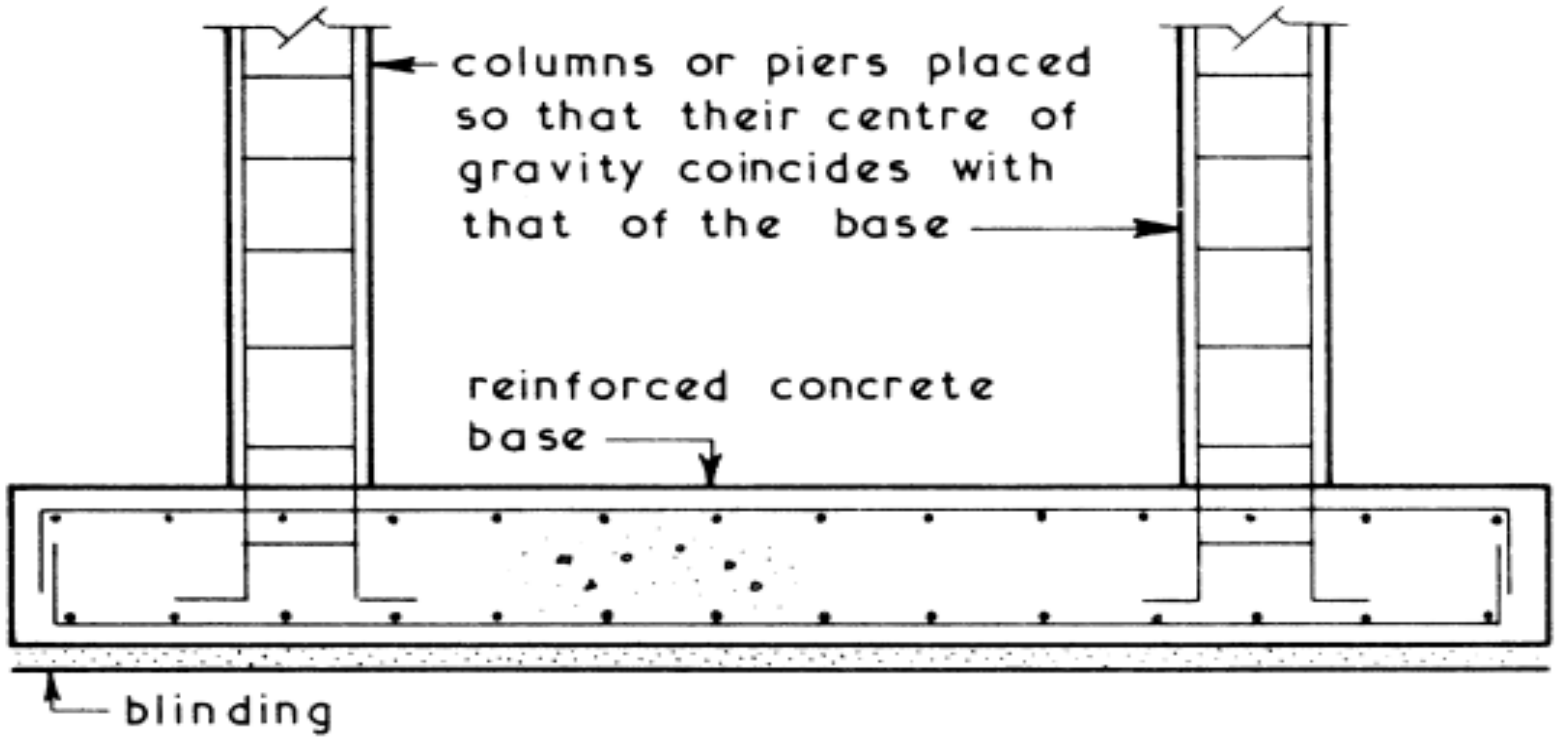


ISOLATED PAD

قواعد مشتركة Combined Foundation

- وتحتوي القاعدة من هذا النوع على عامودين، أو أكثر، بشرط أن يكون خط عملهما واحداً، مع السماح بانحراف عن خط العمل لا يزيد عن 10 % من المسافة بين العمودين.
- **أسباب استخدام القواعد المشتركة**
- أ- تداخل القواعد المنفصلة أثناء التصميم، بسبب:
- - إما قرب الأعمدة من بعضها البعض.
- - أو زيادة الأحمال على الأعمدة، مما يؤدي إلى كبر حجم القواعد، وتداخلها.

Combined Foundation



COMBINED PAD

قواعد مشتركة

- قرب القواعد من بعضها البعض.
- ج. (عمود حد الجار)، حيث يمنع التأسيس خارج حدود البناء، عند الحاجة للبناء على هذه الحدود.
- **أنواع القواعد المشتركة:**
- ما يسعى إليه مصمم القواعد هو الحصول على ضغط منتظم أسفل
- القاعدة، وهذا ليس شرطاً وإنما هو الأفضل، لذلك تقسم القواعد تبعاً لظروف المبني، ومن أجل تحقيق الغاية المذكورة إلى:
- أ- مستطيلة (شكل 1) يلجأ إلى هذا النوع في حالة:
- - كون المسافة بين الأعمدة متوسطة إلى قريبة (4 أو 5م أو أقل)
- - وكذلك عند تقارب الأحمال على هذه الأعمدة.
- - وعندما تكون إمكانية امتداد القاعدة على جانبي العامود واردة

- **ب. شبه منحرف**
- تستخدم القواعد شبه المنحرفة في حالة:
- - كون الأحمال على عامود أكبر بكثير منها على عامود آخر على نفس القاعدة.
- - وعدم إمكانية امتداد القواعد على الجوانب.

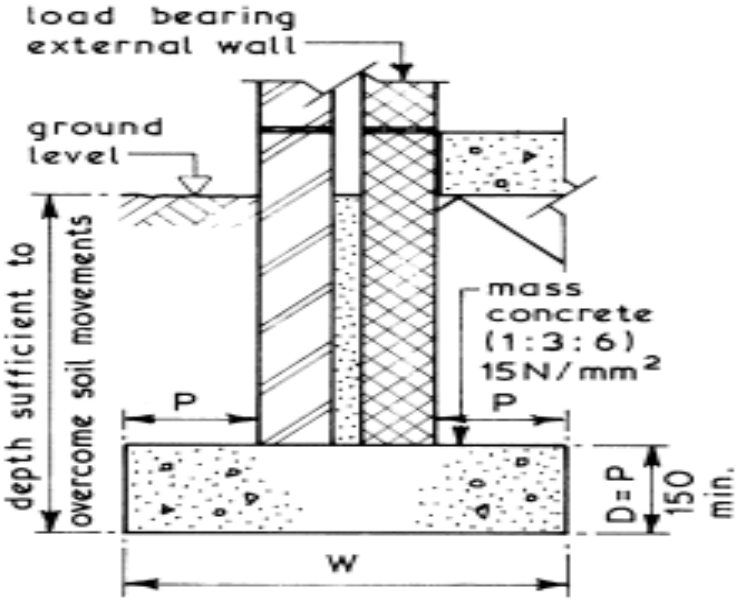
- ج. **كابولي (شداد):**
- والشداد هو عبارة عن جسر (حزام)، يربط بين العامودين في منسوب القواعد، أو فوق القواعد مباشرة. ويستخدم في حالة:
- **كبر المسافات بين الأعمدة (7 أو 8م)**، ووصول أحد الأعمدة إلى حد الجار، وبالتالي لا يمكن الامتداد بقاعدته إلى خارج الحد.

- **ملاحظة مهمة**: التربة أسفل الشداد يجب أن تكون ضعيفة، مقلقلة، وقابلة للإنضغاط، *لأن* التربة لو كانت قوية غير قابلة للإنضغاط، فسوف تؤدي إلى عمل رد فعل معاكس على الشداد، مما يؤدي إلى مضاعفة الحمل والعزم عليه.
- ويمكن حل هذه المشكلة أيضاً بإضافة (كلكل) أو إسفنج قابل للإنضغاط أسفل الشداد، أو بعدم دمك الرمل، أو بترك فراغ بين التربة والشداد

القواعد الشريطية

- وتستخدم في نظام الجدران الحاملة وذلك بان تستمر تحت كامل الجدار وبعرض يعتمد على قيمة الأحمال الواقعة عليها وعلى قدرة تحمل التربة للأحمال ويمكن إنشاؤها من الخرسانة او الطوب او الدبش وخير مثال للنوعين الاخيرين أساسات الأسوار والبنايات القديمة.

Strip Footing



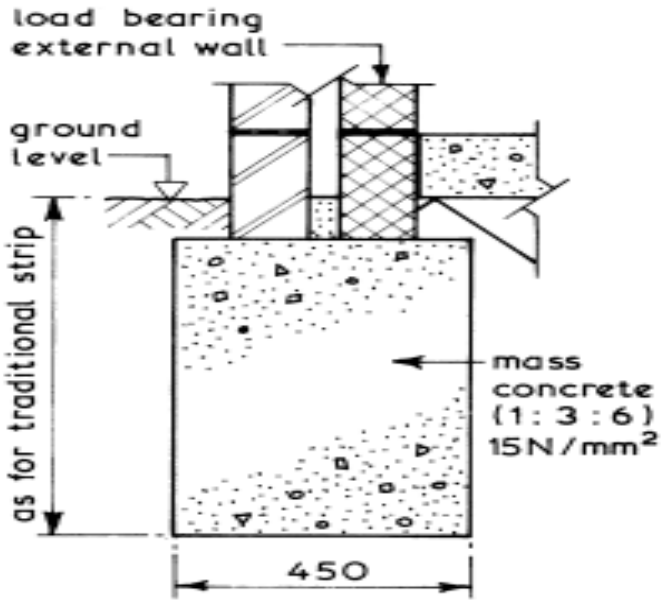
$$W = \frac{\text{load per metre}}{\text{bearing capacity of soil}}$$

or

W = not less than that given in Table on page 194

NB. In all cases W must give adequate working space which is usually 450 to 600 mm minimum depending on depth of excavation.

TRADITIONAL STRIP



generally considered to be cheaper than traditional strip foundations since :-

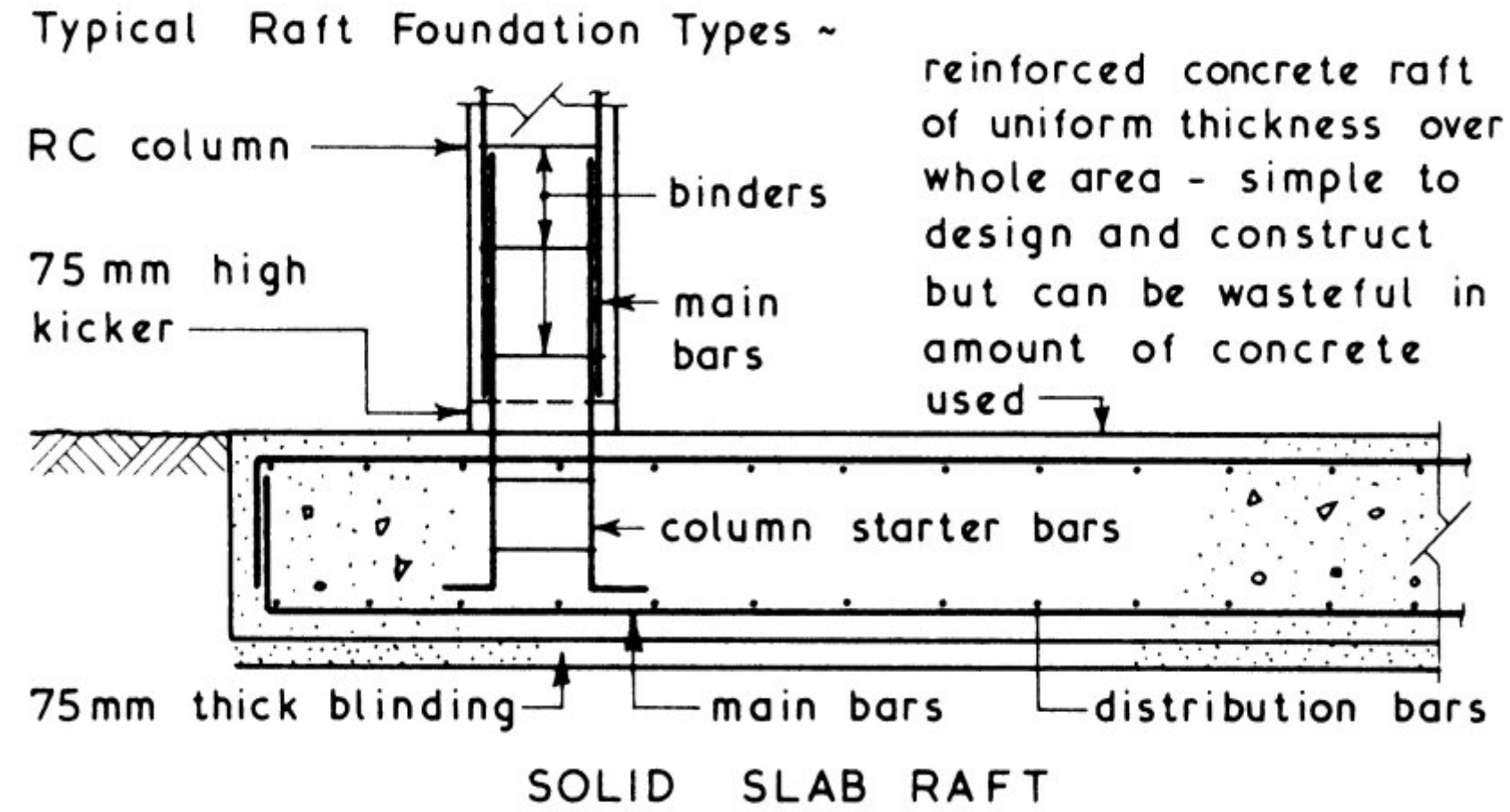
1. fewer man hours required.
2. requires less skilled trades.
3. uses ready mix concrete therefore less material is stored on site making it clearer and easier to manage.

DEEP STRIP OR TRENCH FILL

لبشة Mat / Raft Foundation

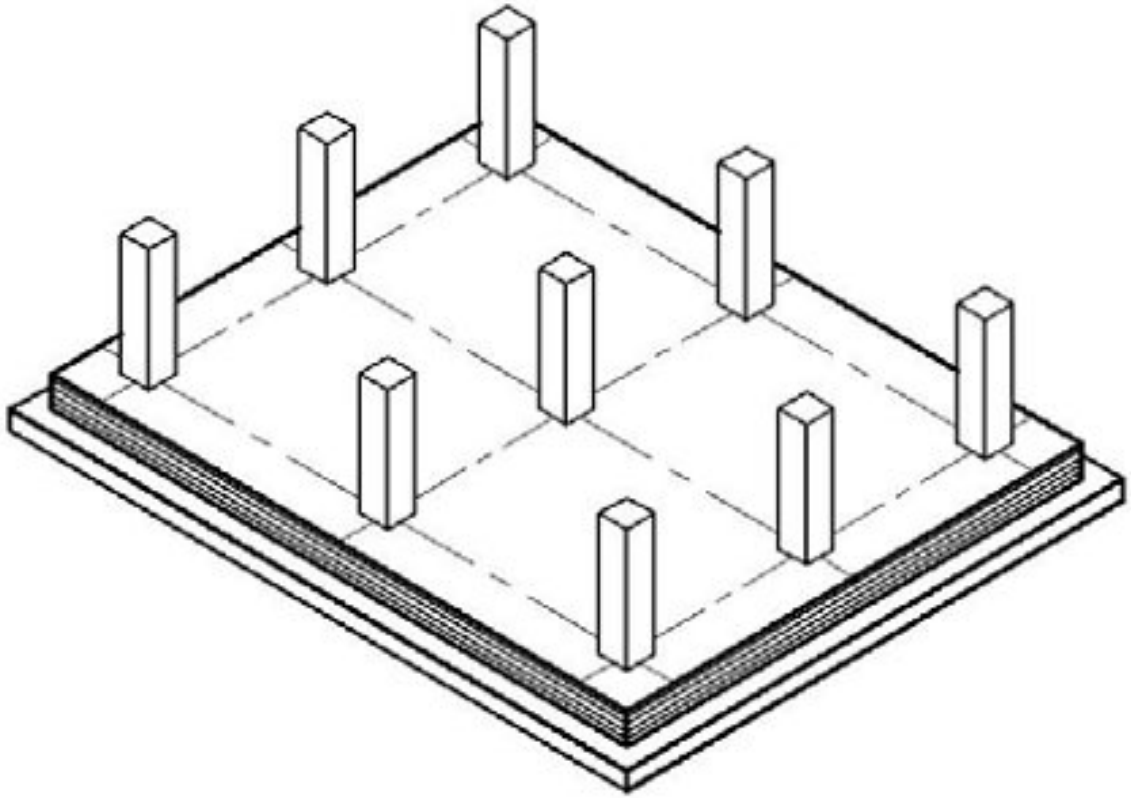
- هي عبارة عن قاعدة تحتوي على عامودين، أو أكثر ليسوا على خط عمل واحد.
- **أنواع اللبشة**
- وهي نوعان أساسيان:
- **مصمتة**
- **ومفرغة**
- ويندرج تحت كل نوع عدة أنواع

Raft Foundation



لبشة مصمتة

- 1. مصمتة ذات سمك ثابت: وهي النوع الغالب في غزة، حيث يتم الصب
- بسمك ثابت على كامل المساحة.
- 2. مصمتة ذات سمك متغير: حيث يتم زيادة سمك القاعدة أسفل الأعمدة ذات
- الأحمال المرتفعة فقط.
- 3. مصمتة بأحزمة غير ظاهرة: في النوعين السابقين لا توجد أحزمة في اللبشة بين الأعمدة، أما في هذا النوع و النوع الذي يليه فيتم إضافة أحزمة في اللبشة. وهنا تكون الأحزمة بسمك يساوي سمك القاعدة (لا يظهر الحزام بعد
- الصب).
- 4. مصمتة بأحزمة مقلوبة: وفيها يكون سمك الأحزمة أكبر من سمك القاعدة.



شكل رقم(٦ -د) الأساسات بنظام اللبشة

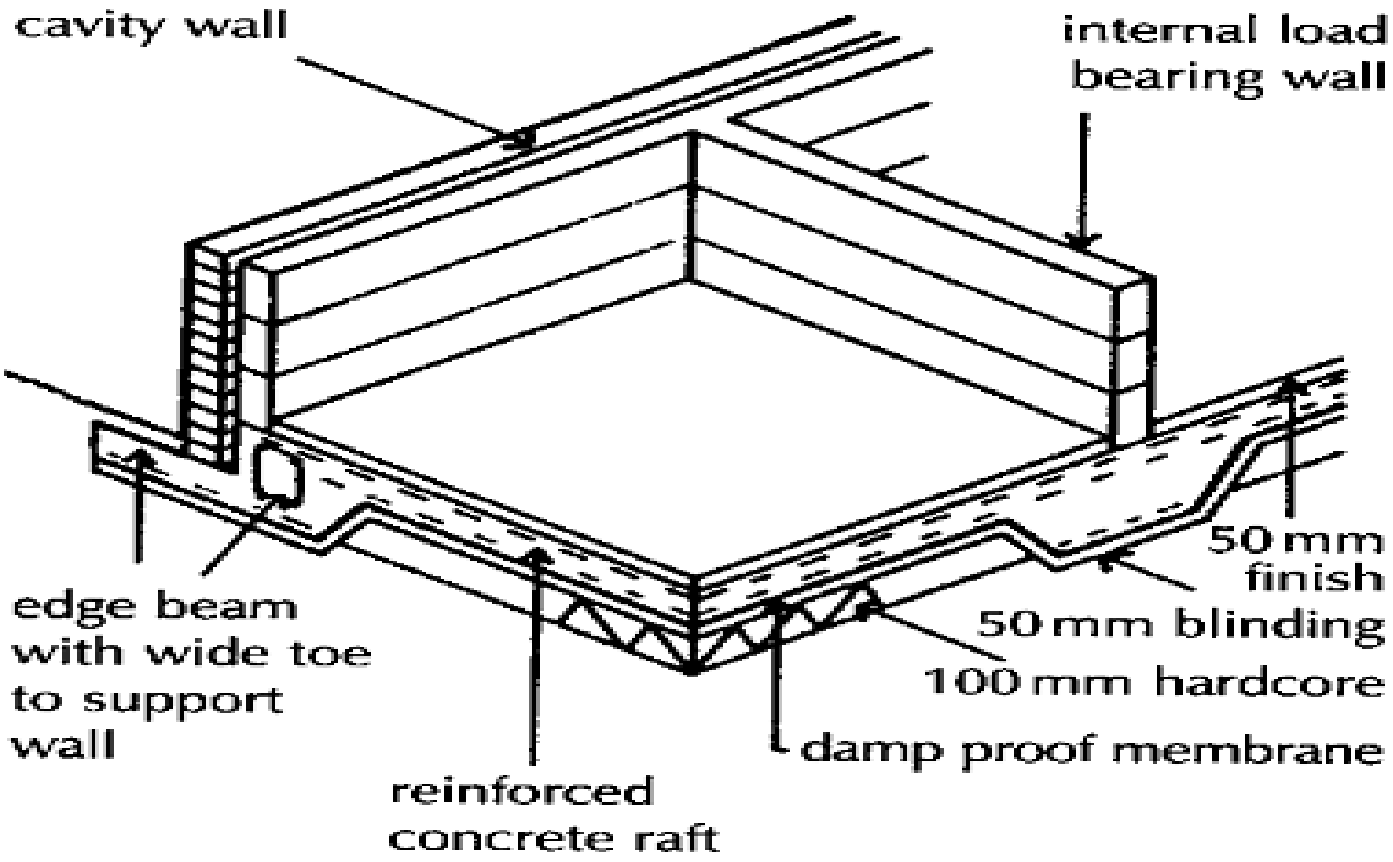
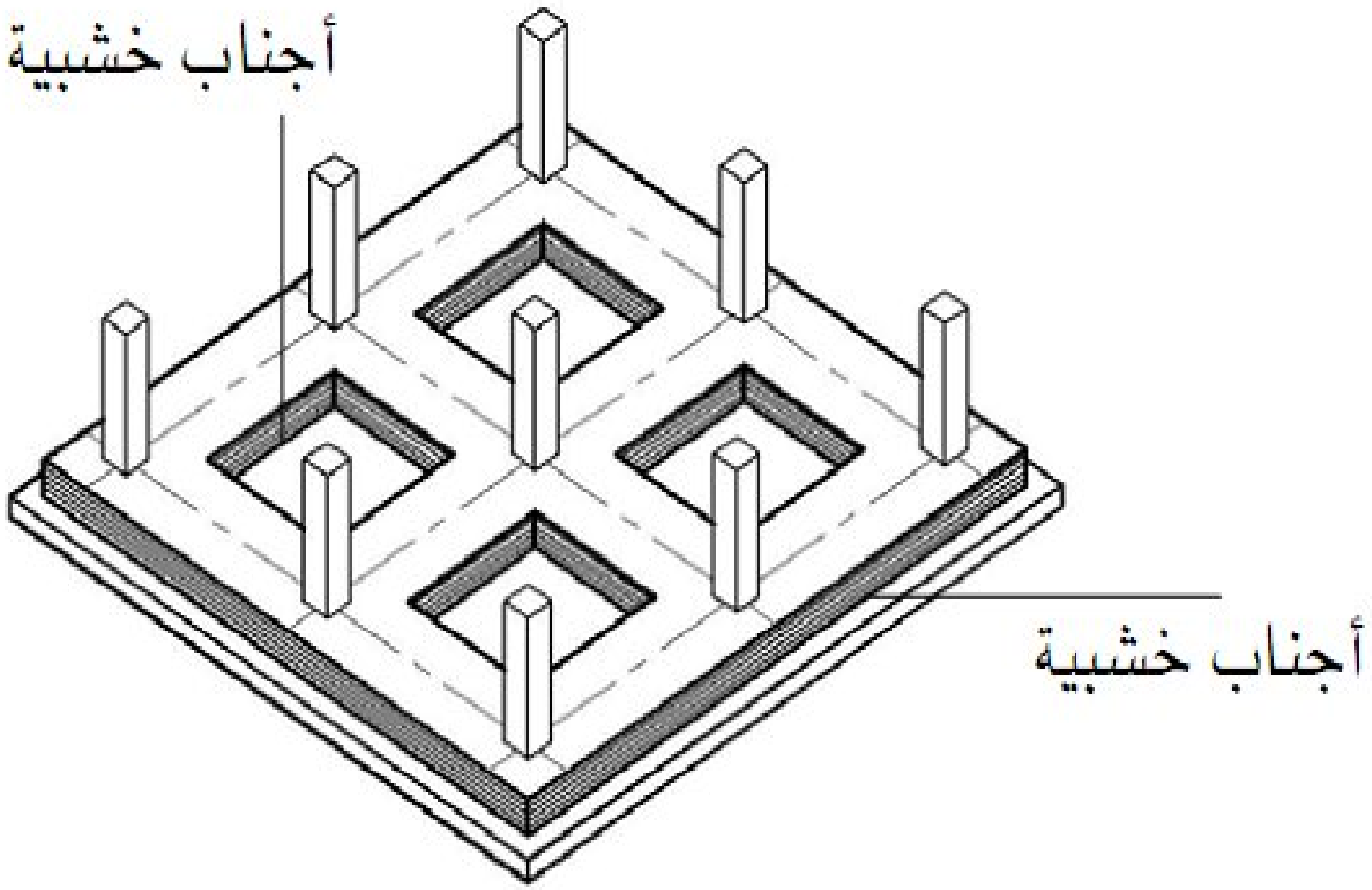


Fig. 13 Edge beam raft.

- ***مفرغة:***
- *ويتم اللجوء إليها من جانب اقتصادي عند التصميم لمبانٍ ذات* ارتفاعات منخفضة نسبياً

- **متى تستخدم اللبشة؟**
- تستخدم اللبشة في حالة:
- 1. زيادة مساحة القواعد عن 60 % من مساحة الأرض.
- 2. (Differential settlement).أو كون الأرض معرضة لهبوط متفاوت
- 3. ضعف مقاومة التربة للاحمال


أجناب خشبية
أجناب خشبية

الأساسات العميقة(الخوازيق)

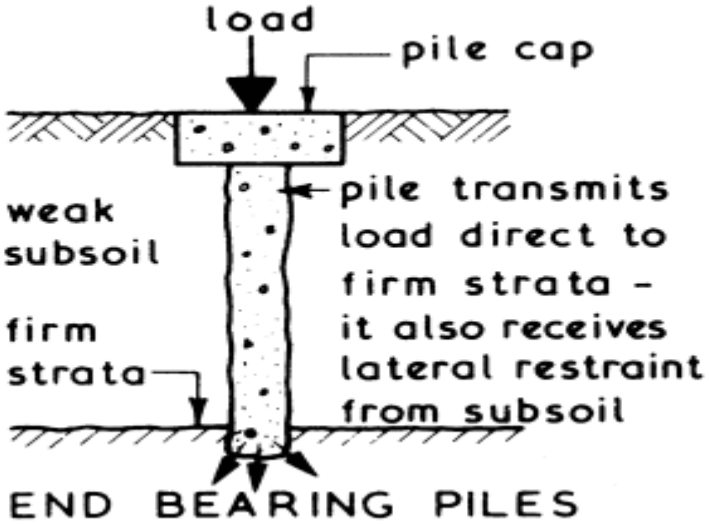
- أشهر أنواعها الخوازيق(Piles) وتسمى في القطاع (القدوح), وتستخدم في حالة كون التربة التي على السطح ضعيفة لا يمكن التأسيس عليها.
- وتعتبرالخوازيق أكثر أنواع الأساسات تكلفة إلا إذا كانت الطبقة (6- 7 متر) حينها نقارن بين اللبشة والخوازيق - التي نريد التأسيس عليها غير بعيدة كثيرا عن السطح أيهما وفر وأفضل.
- وتصنع إما من الخشب أو الحديد أو الباطون.

الخوازيق

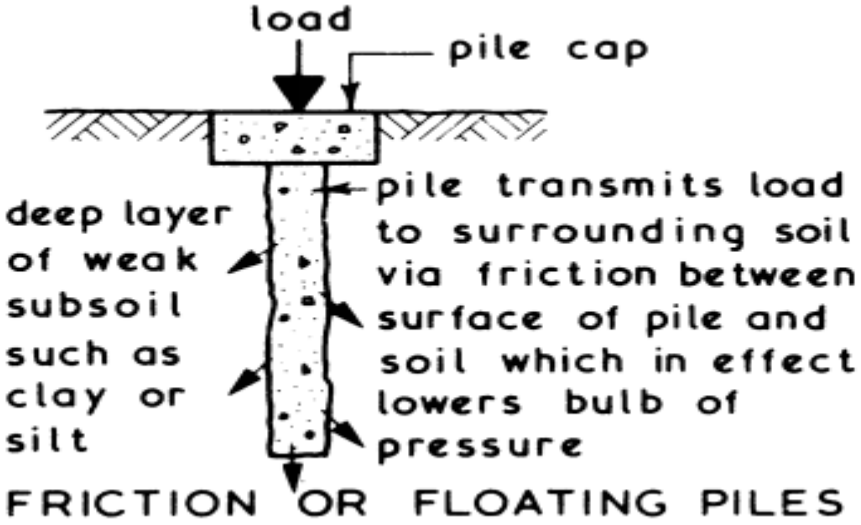
- الخشب: عادة ما يستخدم للمباني الصغيرة، أو المعرضة للمياه، مثل المراسي، ومرافئ الصيد، وعيبه الرئيسي ضعفه في تحمل الضغوط العالية، كما يعتبر من عيوبه تعرضه للتآكل والتسوس.
- الحديد: في حالة الخوازيق الكبيرة، وأكبر عيوبه ارتفاع ثمنه، كما أنه يتعرض للصدأ بسهولة الا ان هذه المشكلة امكن التغلب عليها حديثا.
- الباطون: وهو الأكثر استخداماً لرخص ثمنه وسهولة تشكيله، ويعتبر الشكل الدائري الأكثر استخداماً لغرض الخوازيق ، ويمكن التحميل كما يلي

- 1. من خلال الاحتكاك بين الخازوق والتربة (في حالة الطبقات الضعيفة لأعماق كبيرة).
- 2. أو من خلال الارتكاز على طبقة صخرية (في حالة كون الطبقات القوية قريبة من سطح الأرض).
- 3. أو كلا الأمرين معاً (في حالة كون طبقات التربة القوية قريبة، وفي نفس الوقت تكون قوى الاحتكاك كبيرة مع الجوانب).

- **طريقة التنفيذ:**
- **يتم التنفيذ بإحدى طريقتين**
- **أ. الدق:** حيث يتم صب عامود دائري كبير خارج التربة، ويثبت في طرفه السفلي مخروط من الحديد، وفي طرفه العلوي غطاء (Capping) ويتم نصبه بشكل عمودي على النقطة المراد غرس الخازوق فيها، ويبدأ الدق على قمة الخازوق حتى يصل للعمق المطلوب.

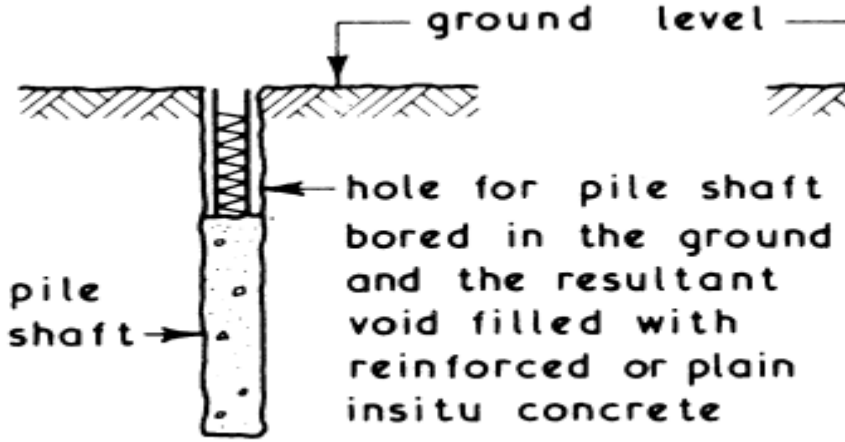


END BEARING PILES

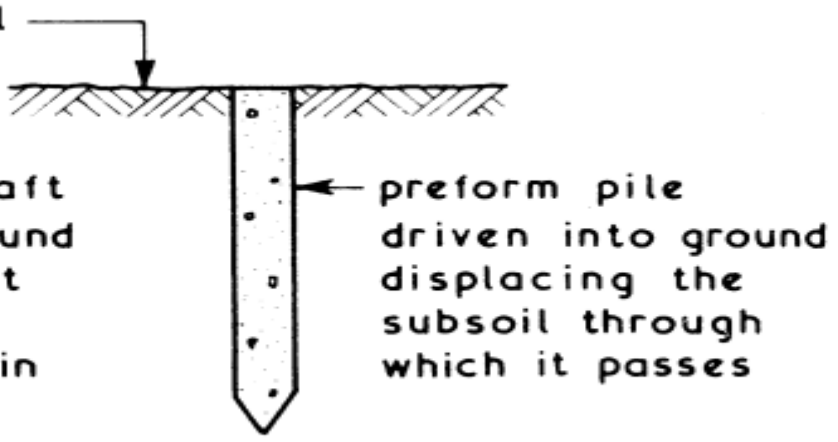


FRICTION OR FLOATING PILES

NB. Piles can work in a combination of the above design functions



REPLACEMENT PILES

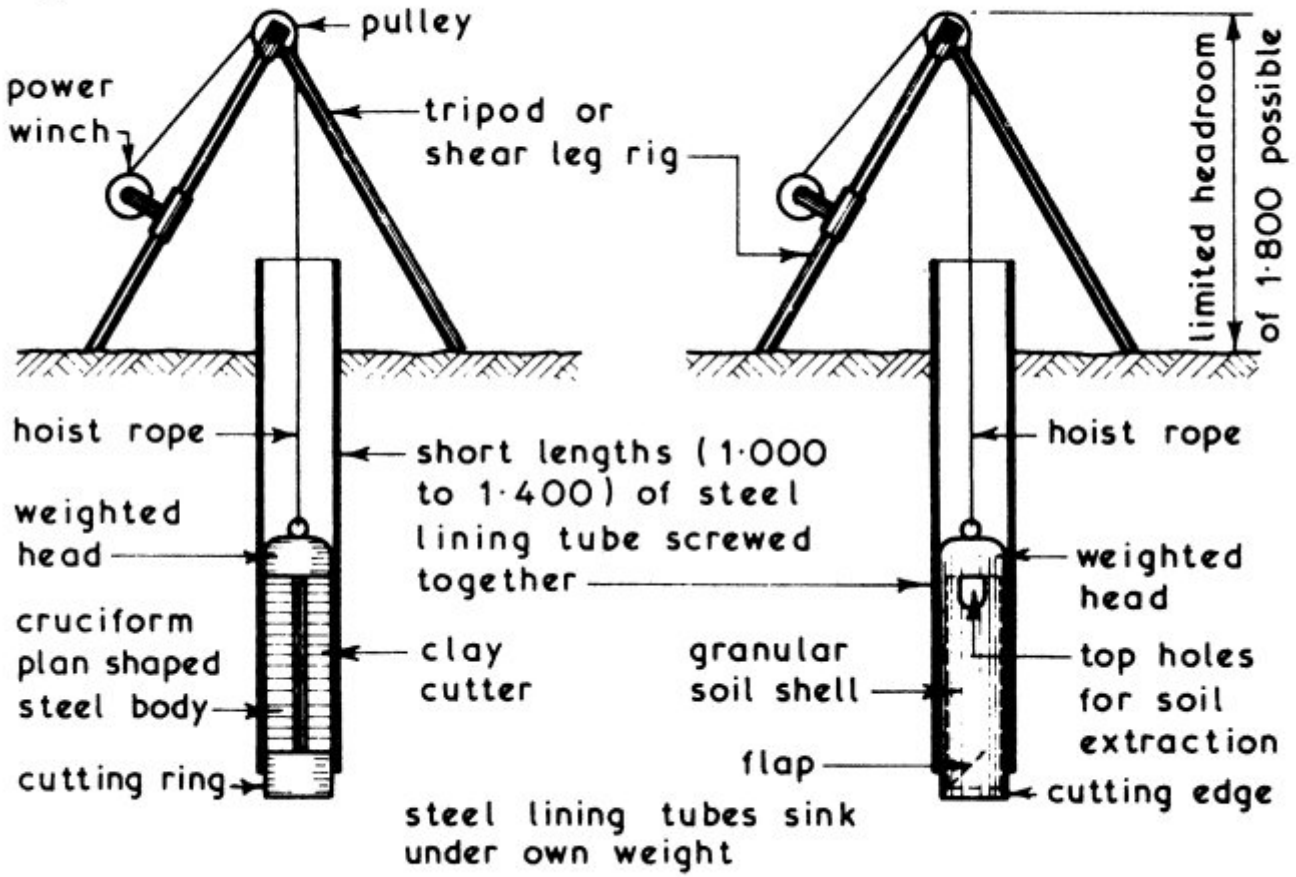


DISPLACEMENT PILES

- يتم اللجوء إلى طريقة الدق عادةً في حالة كون مستوى المياه الجوفية قريباً من سطح الأرض، لأن استخدام الخوازيق المنفَّذة بالحفر والصب يتطلب استخدام المواد المقاومة لأثر المياه على الخازوق المصبوب، مثل البنتونايت (التي سيأتي ذكرها) وهي مواد مرتفعة الثمن، وبالتالي يتم اللجوء للدق لدوافع اقتصادية.
- يكون الدق أفضل في حالة الخوازيق التي تعتمد على الاحتكاك، لأنه يعمل على إحداث تضاغط في التربة، مما يدعم قوة الاحتكاك المطلوبة.

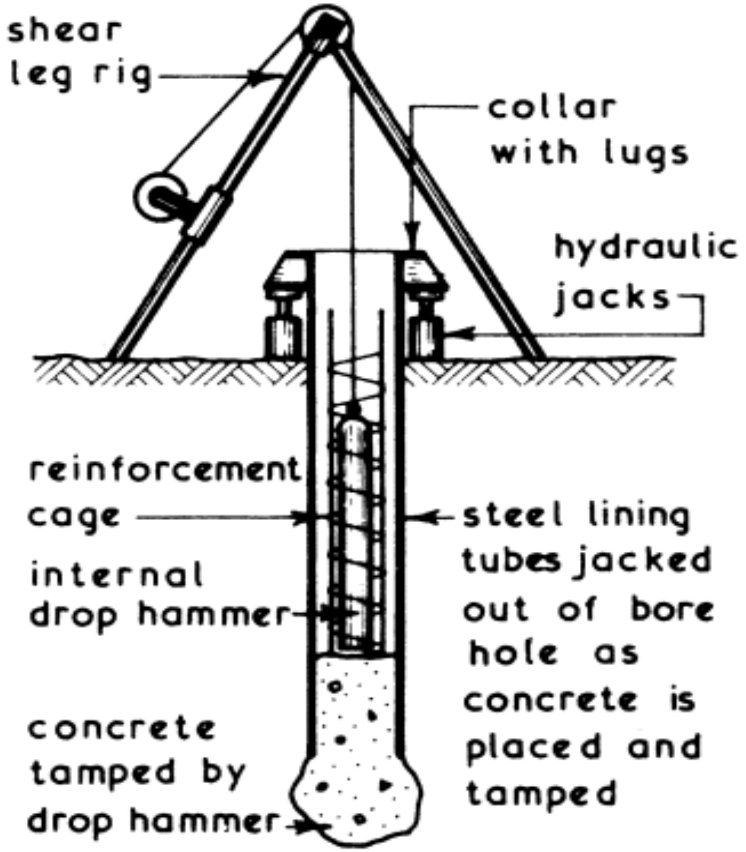
Percussion Bored Piles

Typical Details ~

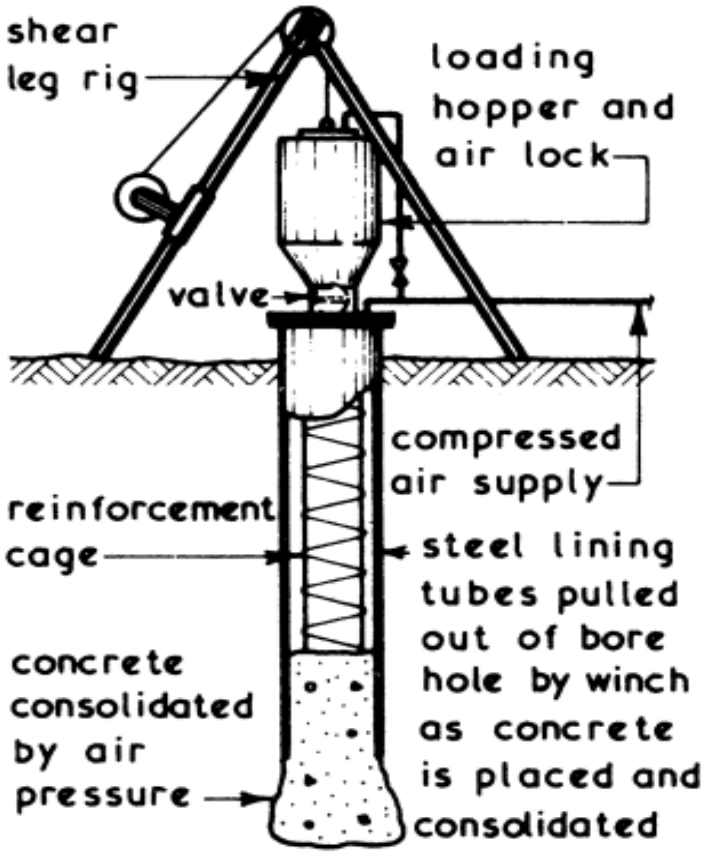


BORING IN COHESIVE SOIL BORING IN GRANULAR SOIL

- **الحفر**: وهي الطريقة المعروفة في غزة، حيث يتم الحفر مكان الخازوق، ويوضع الحديد ثم يصب الخازوق في مكانه.
- **الأفضل**: طريقة الدق، والسبب هو أن طريقة الدق تسبب تضاغط التربة المحيطة بالخازوق ، كما ذكر، مما يؤدي إلى تحسين مقاومة الخازوق بالاحتكاك.
- *ملاحظة :* **عدد الخوازيق تحت أي عامود يجب ألا يقل عن اثنين**



FORMING PILE USING DROP HAMMER



FORMING PILE USING AIR PRESSURE

البنتونيت

- أثناء عملية الحفر قد تكون المياه الجوفية قريبة من سطح التربة، مما يؤدي إلى انهيارات في التربة، وإعاقة لعملية الحفر.
- وعلاج هذه المشكلة يتم باستخدام مادة طينية ناعمة شرهة لامتصاص المياه تسمى (البنتونايت)، حيث تذاب هذه المادة في محلول وتوضع في الخازوق، ثم تنتقل إلى جوانبه لتكون طبقة رقيقة حوله تمنع انتقال الماء إلى داخل الخازوق.

توزيع حمل العامود على الخوازيق

- هناك حالتان لتوزيع حمل العامود على الخوازيق:
- 1. في حالة كون مركز العامود منطبقاً على مركز الخوازيق، وفي هذه الحالة تكون القوة هي القوة على كل خازوق = P/N حيث P هي القوة على العامود و N هي عدد الخوازيق.

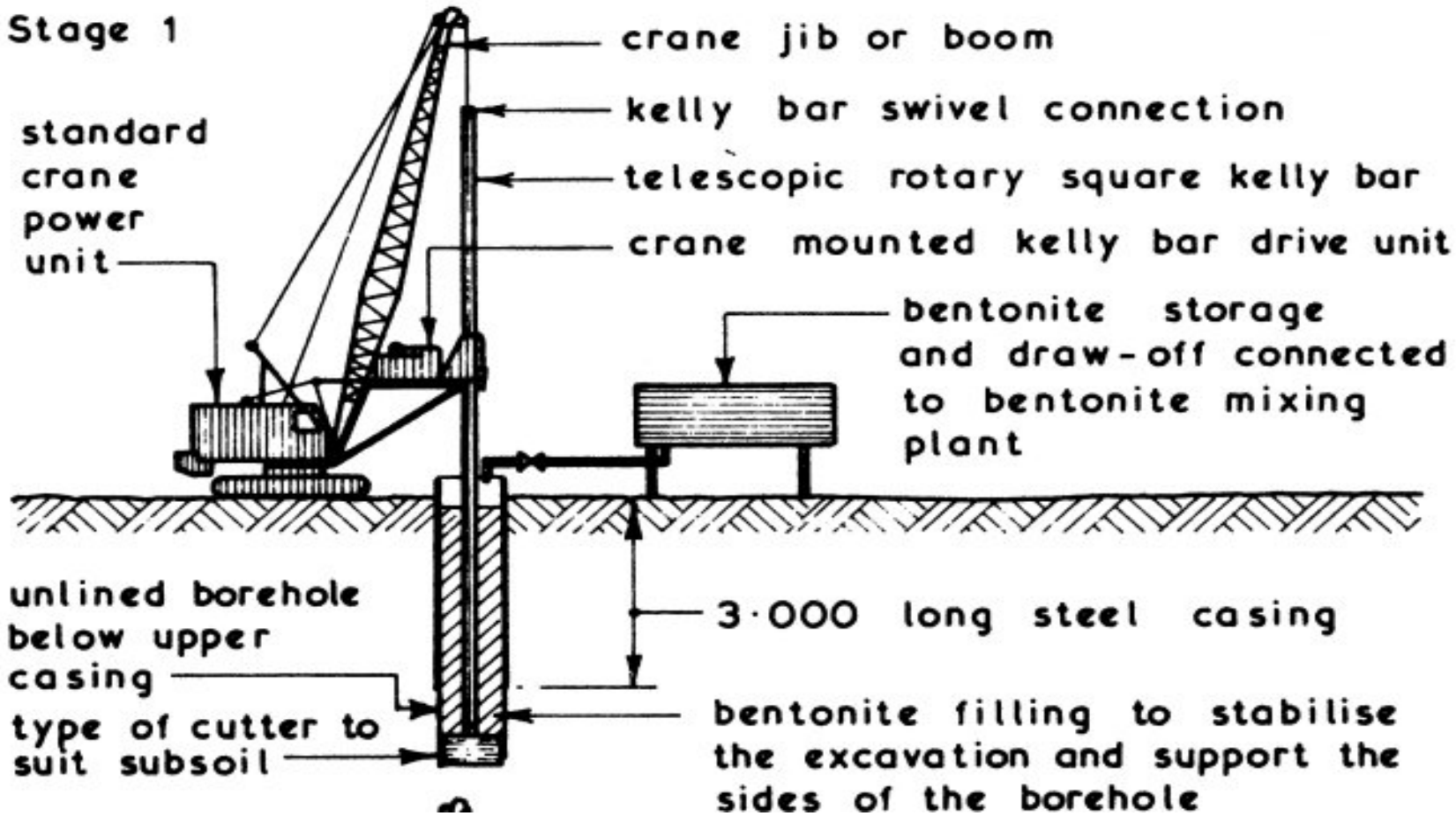
- 2. في حالات أخرى قد لا ينطبق المركزان المذكوران، مثال ذلك وجود قوى أفقية تؤثر على المنشأ مثل الرياح أو الزلازل أو التربة، مما يؤدي إلى إزاحة محصلة القوى الرأسية بعيداً عن مركز الخوازيق، أو كون العامود نفسه غير منطبق على مركز الخوازيق لسبب أو لآخر.

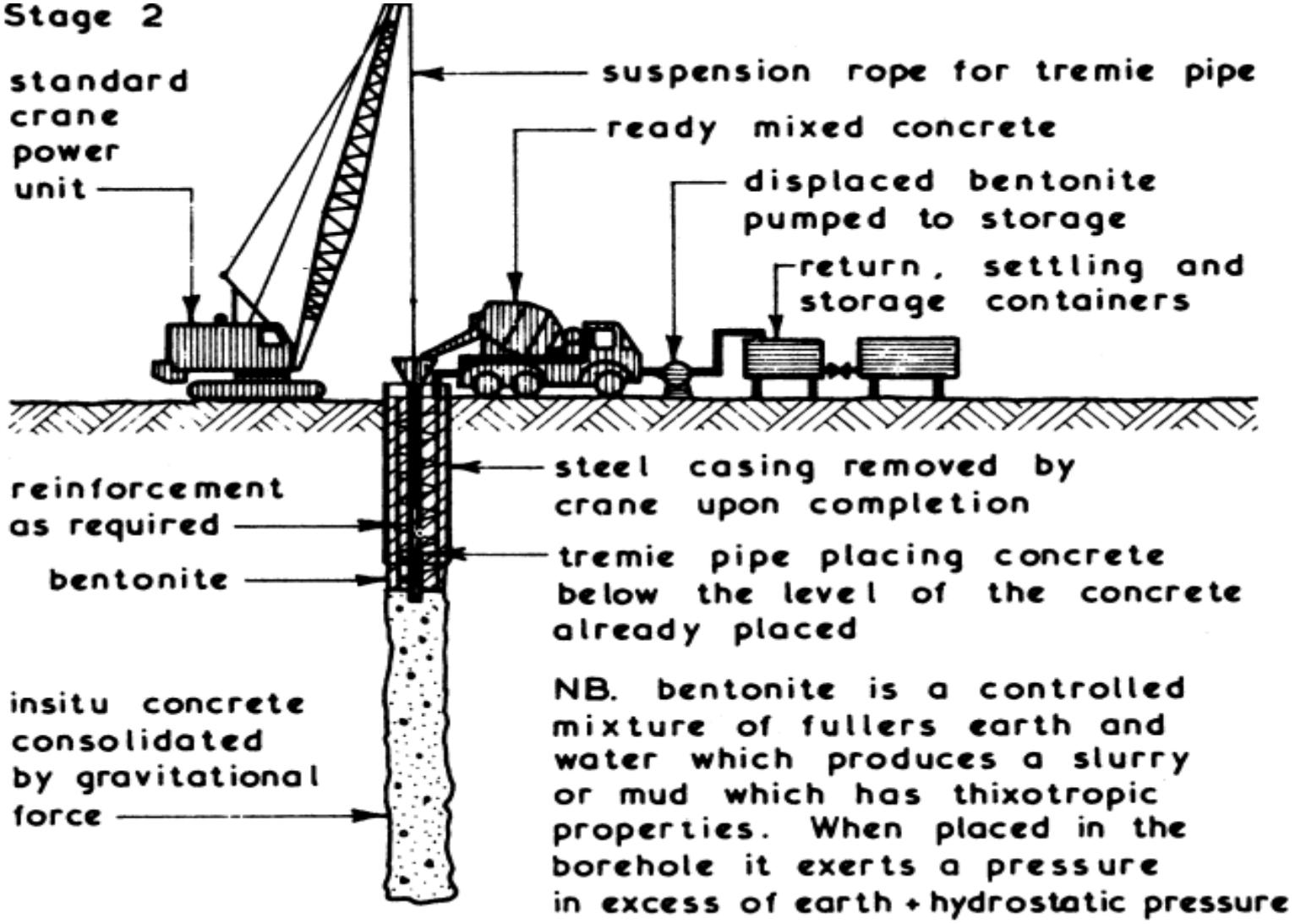
- في هذه الحالة، تكون القوة المؤثرة على الخازوق عبارة عن القوى الرأسية إضافة الى *ملاحظة(1)/* القاعدة الناقلة للحمل من العامود للخوازيق تسمى الغطاء او *(Cap)*
- يكون سمك هذه القاعدة كبيراً، وذلك لتوزيع الأحمال على الخوازيق بشكل منتظم.
- ى العزوم الناشئة عن القوى الأفقية مما يؤدي إلى اختلاف أحمال الخوازيق تبعا لموقعها اسفل العمود.

- ملاحظة(1)/
- القاعدة الناقلة للحمل من العامود للخوازيق تسمى الغطاء او (Cap)
- يكون سمك هذه القاعدة كبيراً، وذلك لتوزيع الأحمال على الخوازيق بشكل منتظم.

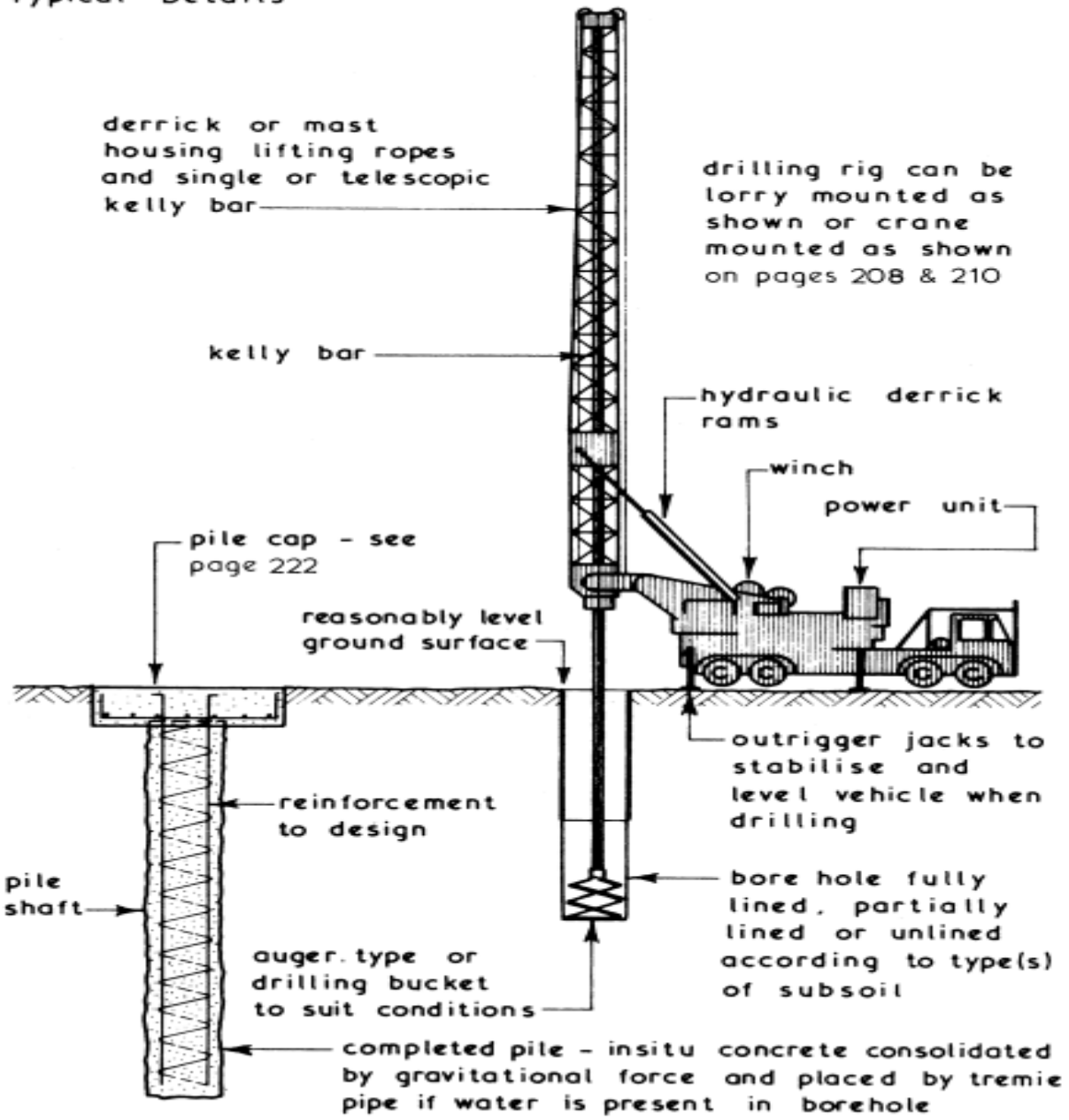
Flush Bored Piles

Typical Details ~




Stage 2
standard crane power unit
suspension rope for tremie pipe
ready mixed concrete
displaced bentonite pumped to storage
return, settling and storage containers
steel casing removed by crane upon completion
reinforcement as required
bentonite
tremie pipe placing concrete below the level of the concrete already placed
insitu concrete consolidated by gravitational force
NB. bentonite is a controlled mixture of fullers earth and water which produces a slurry or mud which has thixotropic properties. When placed in the borehole it exerts a pressure in excess of earth + hydrostatic pressure

Typical Details ~

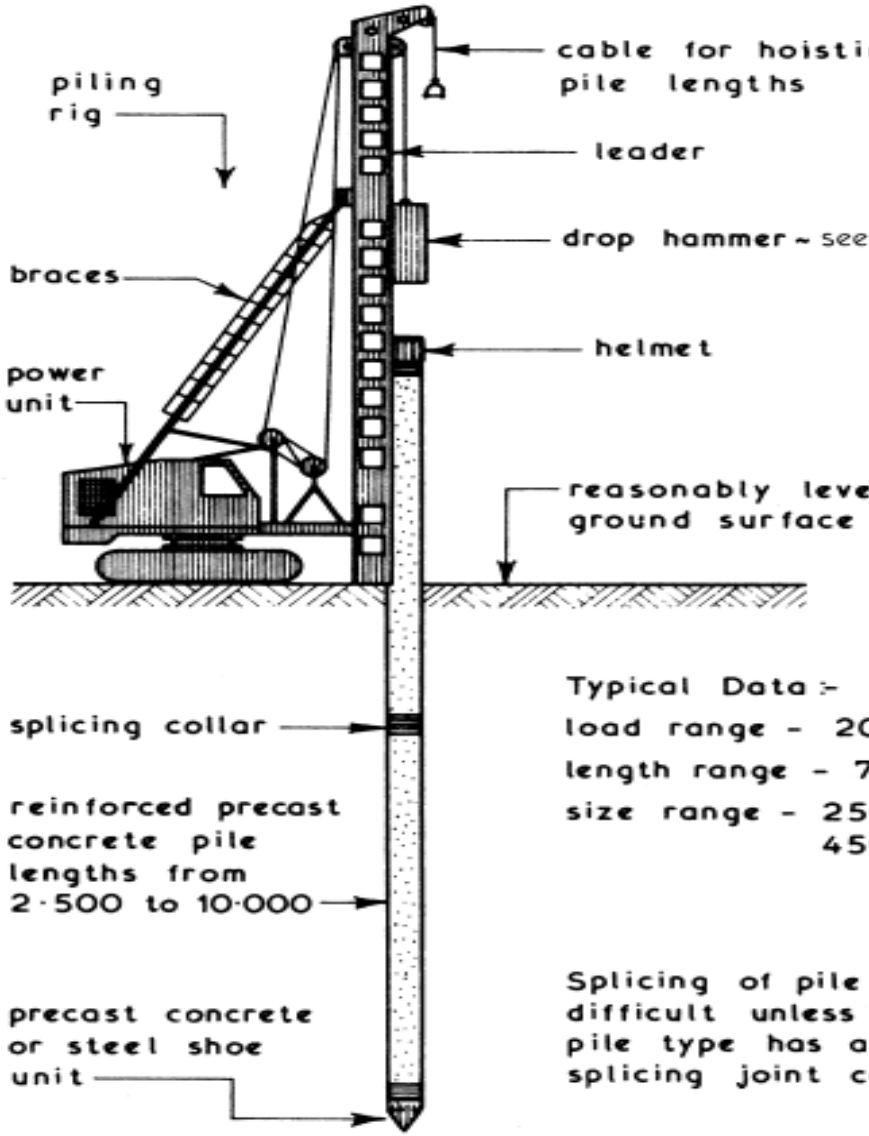


- من هنا نخلص إلى أن الوسادة أو(Cap) يشترط فيها:
- 1. أن تكون سميكة بما يكفي لأن تصل إلى حالة من (Rigidity) تسمح لها بتوزيع الأحمال على الخوازيق.
- 2. إهمال ارتكازها على التربة، حيث يتم اعتبارها مرتكزة على الخوازيق فقط.

ملاحظة (2)/

- يعتبر قرب المسافة بين الخوازيق عاملاً أساسياً في إضعاف تحملها، وذلك لأن أي خازوقين متجاورين يضمان فيما بينهما كمية من التربة تتأثر بكليهما، وليس بواحد فقط، مما يضعف قوة التحمل الكلية.
- ولتجنب هذه المشكلة اصطلح على أن تكون المسافة الدنيا بين مركزي أي خازوقين = ثلاثة أضعاف قطر الخازوق (3D) حتى يتم اعتبار كل خازوق مستقلاً بذاته ، (Single Pile) وهنا يتم حساب قوة تحمل الخازوق الواحد وضربها في عدد الخوازيق للحصول على قوة التحمل الكلية.

Typical Example [West's Hardrive Precast Modular Pile] ~



Typical Data :-

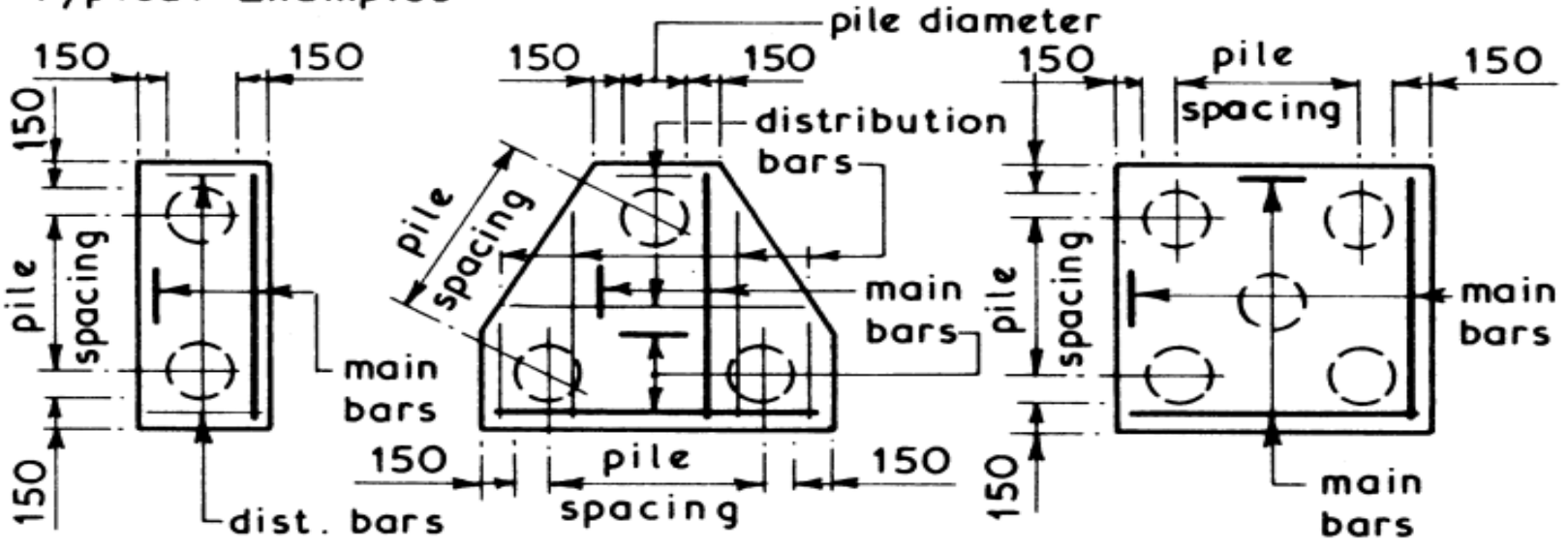
load range - 200 to 1 000 kN

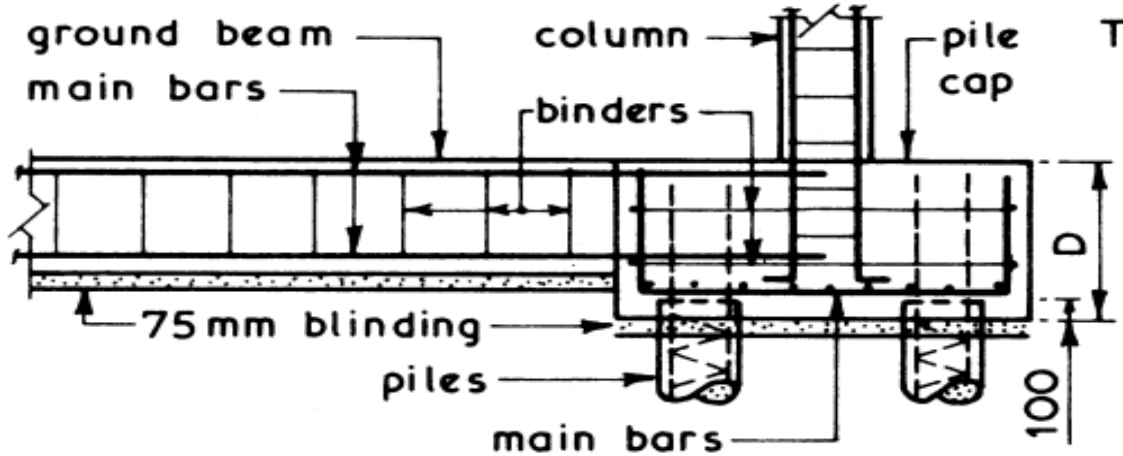
length range - 7·000 to 18·000

size range - 250 × 250 up to 450 × 450

Splicing of pile lengths is difficult unless particular pile type has a special splicing joint collar

Typical Examples ~





ELEVATION OF PILE CAP AND BEAM

Typical Pile Cap Depths

pile size	depth (D)
300	700
350	800
400	900
450	1000
500	1100
550	1200
600	1400

- أما في حالة كون المسافة بين الخوازيق أصغر من (3D) فيتم اعتبار تصرفها ككتلة واحدة أي أنها تعمل في مجموعة (Group Piles)
- وهنا يتم حساب الكفاءة للخوازيق معاً(Qgroup) ثم حساب (Qsingle) ويجب ألا يزيد خارج قسمة الأولى على الثانية، أو ما يعرف ب((Effeciency (E) عن واحد.
- بمعنى أنه لو كانت قيمةQgroup أكبر من قيمة Qsingle
- يتم اعتبار القيمتين متساويتين.