UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP

ENGENHARIA CIVIL

Disciplina: Engenharia Civil Integrada

Professor: Rodrigo Andolfato

Tema: Fundações

CRISTIANO CORTE -A50JGB-3

GUILHERME HENRIQUE RIBEIRO - A3709A-8

MÁRCIO DANTAS – A64BDB-7

MUNIQUE MEDINA –A369IF-7

RICARDO TOLEDO –A41CAI-3

ARAÇATUBA – SP

2014

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO----------03

2. ELEMENTOS NECESSÁRIOS AO PROJETO----------05

3. TIPOS DE FUNDAÇÃO----------06

4. FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS----------07

5. FUNDAÇÕES PROFUNDAS----------08

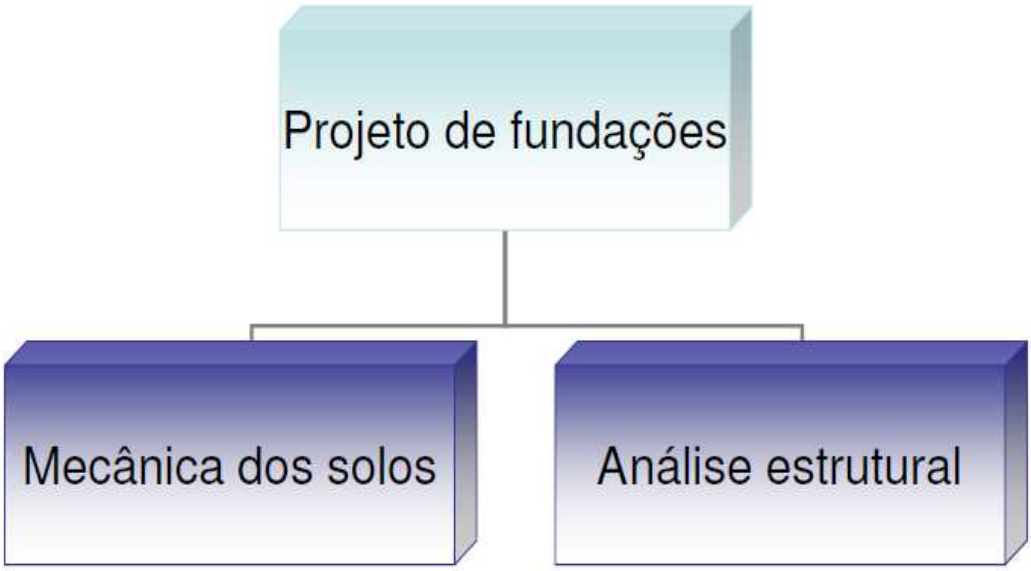
6. FUNDAÇÕES ANTI-SÍSMICAS----------11

7. UTILIZAÇÃO DE RADIERS COMO FUNDAÇÕES DE EDIFÍCIOS-----14

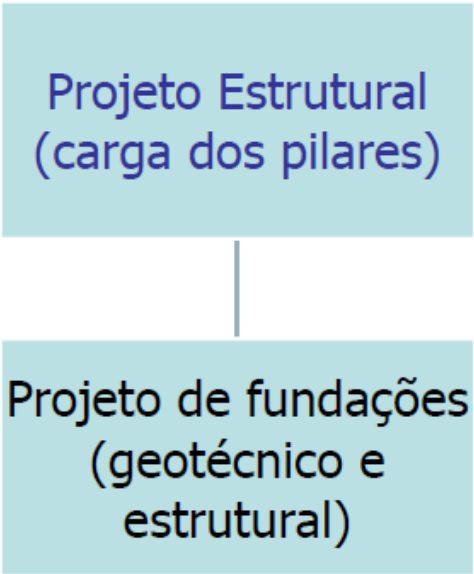
8. REFERÊNCIAS----------17

1. INTRODUÇÃO

Fundações são os elementos estruturais cujo objetivo é transmitir as cargas da estrutura ao terreno onde ela se apoia. Sua função é suportar as cargas que atuam sobre ela e distribuí-las de maneira satisfatória, com segurança e economia sobre as superfícies de contato com o solo. Sendo assim, a fundação é uma parte essencial de qualquer estrutura. Seu tipo e detalhes de sua construção podem ser decididos somente com o conhecimento e aplicação de princípios da mecânica dos solos e da análise estrutural.

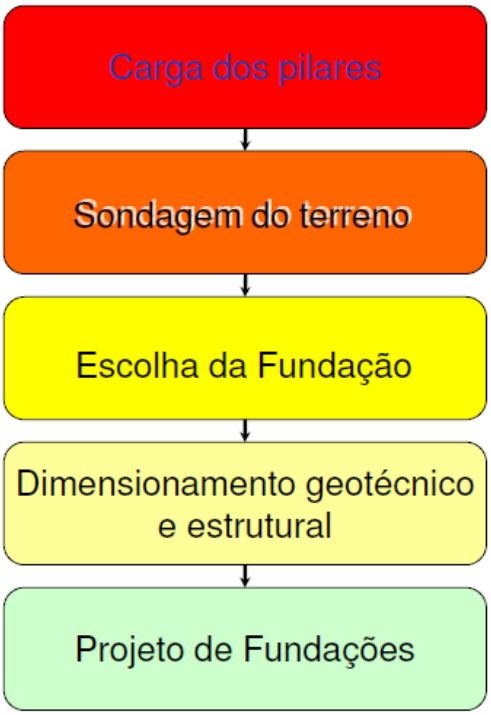


Para a execução de um Projeto de fundação é necessário que o projetista estrutural repasse ao projetista de fundação as cargas que serão transmitidas aos elementos de fundação.



Os solos devem ter resistência e rigidez adequada para não sofrer ruptura, não apresentar deformações exageradas e ou diferenciais.

O fluxograma abaixo, mostra as etapas que devem ser feitas no Projeto de Fundações.



2. ELEMENTOS NECESSÁRIOS AO PROJETO

Os elementos necessários para o desenvolvimento de um projeto de fundações são:

Topografia da área:

- Levantamento topográfico (planialtimétrico)
- Dados sobre taludes e encostas no terreno (ou que possam atingir o terreno)

Dados geológico-geométrico

- Investigação do subsolo (às vezes em duas etapas: preliminar e complementar)
- Outros dados geológicos e geométricos (mapas, fotos aéreas e de satélite, levantamentos aerofotogramétricos, artigos sobre experiências anteriores na área, etc.)

Dados sobre construções vizinhas

- Número de pavimentos, carga média por pavimento;
- Tipo de estruturas e fundações;
- Desempenho das fundações;
- Existências de subsolo;
- Possíveis consequências de escavações e vibrações provocadas pela nova obra;

Dados da estruturas a construir

- Tipo e uso que terá a nova obra;
- Sistemas estrutural (hiperestaticidade, flexibilidade etc.)
- Sistema construtivo (convencional, flexibilidade etc.)
- Cargas (ações nas fundações)

3. TIPOS DE FUNDAÇÕES

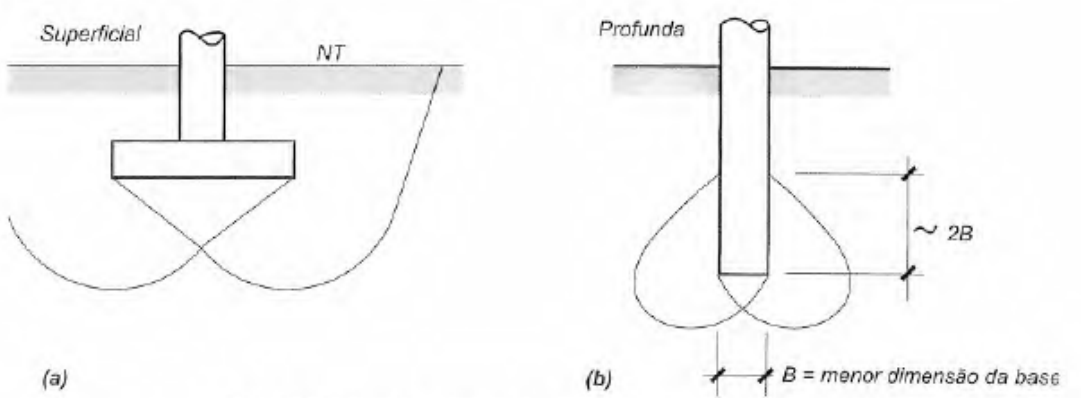
As fundações são convencionalmente separadas em dois grandes grupos:

- Fundações superficiais (“diretas” e rasas);
- Fundações profundas (diretas ou indiretas)

As fundações se classificam em diretas e indiretas, de acordo com a forma de transferência de cargas da estrutura para o solo onde ela se apoia. Fundações diretas são aquelas que transferem as cargas para camadas de solos capazes de suportá-las, sem deformar-se exageradamente. Esta transmissão é feita através da base do elemento estrutural da fundação, considerando apenas o apoio da peça sobre a camada do solo, sendo desprezada qualquer outra forma de transferência das cargas. As fundações diretas podem ser subdivididas em rasas e profundas.

A fundação rasa se caracteriza quando a camada de suporte está próxima a superfície do solo (profundidade até 2,0 m), ou quando a cota de apoio é inferior à largura do elemento da fundação. A fundação é considerada profunda se suas dimensões ultrapassam todos os limites acima mencionados.

Fundações indiretas são aquelas que transferem as cargas por efeito de atrito lateral do elemento do solo e por efeito de ponta. Estas, são sempre profundas, tem função da forma de transmissão de carga para o solo (atrito lateral) que exige grandes dimensões dos elementos de fundação.



4. FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS

De acordo com a NBR 6122/2010 a fundação superficial pode ser definida como elemento de fundação em que a carga é transmitida ao terreno pelas tensões distribuídas sob a base da fundação, e a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente da fundação é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação.São elas:

Blocos e Alicerces

Este tipo de fundação é utilizado quando há atuação de pequenas cargas como por exemplo, um sobrado. Os blocos são elementos estruturais de grande rigidez, ligados por vigas denominados “baldrames”. Suportam predominantemente esforços de compressão simples provenientes das cargas dos pilares. Geralmente usa-se blocos quando a profundidade da camada resistente do solo está entre 0.5 e 1.0 m de profundidade.

Sapatas

Ao contrário dos blocos, as sapatas não trabalham à compressão simples, mas também a flexão, devendo, neste caso, serem executadas incluindo material resistente a tração.

Sapatas Isoladas- são aquelas que transmitem para o solo, através de sua base, a carga de uma coluna (pilar) ou um conjunto de colunas.

Sapatas corridas- são elementos contínuos que acompanham a linha das paredes, as quais lhes transmitem a carga por metro linear.

Sapatas associadas- um projeto econômico deve ser feito com o maior número possível de sapatas isoladas. No caso em que a proximidade entre dois ou mais pilares seja tal que as sapatas isoladas se superponham, deve-se executar uma sapata associada.

Sapata alavancadas- No caso de sapatas de pilares de divisa ou próximos a obstáculos onde não seja possível fazer com que o centro de gravidade da sapata coincida com o centro do pilar, cria-se uma viga alavancada ligada entre duas sapatas, de modo que um pilar absorva o momento resultante da excentricidade da posição do outro pilar.

Radiers

A utilização de sapatas corridas é adequada economicamente enquanto sua área em relação á da edificação não ultrapasse 50%. Caso contrário, é mais vantajoso reunir todas as sapatas num só elemento de fundação denominado radier. Este é executado em concreto armado uma vez que, além de esforços de compressão, devem resistir a momentos provenientes dos pilares diferencialmente carregados, e ocasionalmente as pressões do lençol freático. O fato do radier ser uma peça inteiriça pode lhe conferir uma alta rigidez, o que muitas vezes evita grandes recalques diferenciais. Uma outra vantagem é que a sua execução cria uma plataforma de trabalho para os serviços posteriores, porém em contrapartida, impõe a execução precoce de todos os serviços enterrados na área do radier (instalações sanitárias, etc).

5. FUNDAÇÕES PROFUNDAS

As fundações profundas são aquelas em que o elemento estrutural de fundações transmite as cargas, às camadas de solos resistentes mais profundos, pela base, por sua superfície lateral ou por uma combinação das duas, e está embutido em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta e no mínimo 3m.São elas:

Tubulões

Tubulões são elementos estruturais da fundação que transmitem a carga ao solo resistente por compressão, através da escavação de um fuste cilíndrico e uma base alargada tronco-cônica a uma profundidade igual ou maior do que três vezes o seu diâmetro. Podem ser classificados em:

Tubulões a céu aberto: Consiste em um poço aberto manualmente ou mecanicamente em solos coesivos, de modo que não haja desmoronamento durante a escavação, e acima do nível d'água. Quando há tendência de desmoronamento, reveste-se o furo com alvenaria de tijolo, tubo de concreto ou tubo de aço. O fuste é escavado até a cota desejada, a base é alargada e posteriormente enche-se de concreto.

Tubulões com ar comprimido: Este tipo de fundação é utilizado quando existe água. Exige-se grandes profundidades e existe o perigo de desmoronamento das paredes. Neste caso, a injeção de ar comprimido nos tubulões impede a entrada de água, pois a pressão interna é maior que a pressão da água, sendo a pressão empregada no máximo de 3 atm, limitando em 30m abaixo do nível d'água.

Estacas

Estacas de madeira–são troncos de árvores cravados com bate-estacas de pequenas dimensões e martelos leves. Antes da difusão da utilização do concreto, elas eram empregadas quando a camada de apoio às fundações se encontrava em profundidades grandes. Para sua utilização, é necessário que fiquem totalmente abaixo d'água. Utilizam-se estacas de madeira para execução de obras provisórias, principalmente em pontes e obras marítimas. Os tipos mais usados são eucalipto, aroeira, ipê e guarantã.

Estacas metálicas – As estacas metálicas podem ser perfis laminados, perfis soldados, trilhos soldados ou estacas tubulares. Podem ser cravadas em quase todos os tipos de terreno: possuem facilidade de corte e emenda; podem atingir grande capacidade de carga; trabalham bem à flexão e se utilizadas em serviços provisórios, podem ser reaproveitadas várias vezes. Seu emprego necessita com cuidados sobre a corrosão do material metálico. Sua maior desvantagem é o custo maior em relação as estacas pré-moldas de concreto, Strauss e Franki.

Estacas Pré-Moldadas de Concreto – podem ser de concreto armado ou protendido e, como decorrência do problema de transporte e equipamento, têm limitações de equipamentos, sendo fabricadas em segmentos, o que leva em geral à necessidade de grandes estoque e requerem armaduras especiais para içamento e transporte. Costumam ser fabricadas em firmas especializadas, com suas responsabilidades bem definidas, ou no próprio canteiro, sempre num processo sob controle rigoroso.

Estacas Mega - É constituída de elementos justapostos (de concreto armado, protendido ou de aço) ligados uns aos outros por emenda especial e cravados sucessivamente por meios de macacos hidráulicos.
Estes buscarão reação ou sobre a estrutura existente ou na estrutura que esteja sendo construída ou em cargueiras especialmente construídas para tanto (cravação estática). A solidarização da estaca com a estrutura é feita sob tensão: executa-se um bloco sobre a extremidade da estaca: com o macaco hidráulico comprime-se a estaca calçando a estaca sob a estrutura; retira-se o macaco e concreta-se o conjunto. Costumam ser utilizadas para reforços de fundações, mas às vezes também são empregada como solução direta, permitindo em alguns casos até a execução da estrutura antes da fundação.

Brocas

São estacas executadas “in loco” sem molde, por perfuração no terreno com o auxilio de um trado, sendo o furo posteriormente preenchido com concreto apiloado.

Estacas Strauss

É uma fundação em concreto (simples ou armado), moldada in loco, executada com revestimento metálico recuperável. Para sua execução, são empregados os seguintes equipamentos: tripé de madeira ou aço, guincho acoplado a motor, sonda de percussão, soquete, tubos de aço, guincho manual, roldanas, cabos e ferramentas.

Estaca Raiz

É uma estaca de pequeno diâmetro concretada “in loco”, cuja perfuração é realizada por rotação ou rotopercussão, em direção vertical ou inclinada. Essa perfuração se processa com um tubo de revestimento e o material escavado é eliminado continuamente por uma corrente fluida (água, lama bentonítica ou ar) que introduzida através do tubo reflui pelo espaço entre o tubo e o terreno.

Estaca Franki

Apresentam grande capacidade de carga e podem ser executadas a grandes profundidades, não sendo limitadas pelo nível do lençol freático. Seus maiores inconvenientes dizem respeito à vibração do solo durante a execução, área necessária ao bate-estacas e possibilidade de alterações do concreto do fuste, por deficiência do controle. Sua execução é sempre feita por firma especializada.

Estaca hélice contínua monitorada

Estaca de concreto moldada in loco, executada mediante a introdução, por rotação de um trado helicoidal contínuo no terreno e injeção de concreto pela própria haste central do trado simultaneamente com a sua retirada, sendo que a armadura é introduzida após a concretagem da estaca.

Estaca hélice de deslocamento monitorada

Estaca de concreto moldada in loco que consiste na introdução e um trado apropriado no terreno, por rotação, sem que haja retirada de material, o que ocasiona um deslocamento do solo junto ao fuste e a ponta. A injeção do concreto é feita pelo interior do tubo central.

6. FUNDAÇÕES EXTREMAS (ANTI-SÍSMICAS)

Fundações extremas são muito utilizadas em países localizados em regiões altamente sísmicas, onde ocorrem terremotos, maremotos, vulcões ou serem rotas de tufões.

Vários países possuem essas características citadas acima, e um grande exemplo que pode ser citado é o Japão, país com o melhor sistema de prevenção de desastres decorrentes de eventos naturais.

A tecnologia construtiva anti-terremotos no Japão é extremamente avançada e, portanto, o número de mortes é sempre menor do que se o desastre ocorresseem outro local.

As altas tecnologias de Engenharia Civil, desenvolvidas há anos pelos japoneses para minimizar os prejuízos e mortes causados pelos desastres naturais, são motivos pelos quais muitos prédios continuam de pé no Japão.

Ao construir um novo prédio, a preocupação começa na fundação, parte do edifício que fica em contato com o solo. Os prédios ganham alicerces com suspensão para absorver o impacto gerado pelo terremoto. Nos prédios altos são instalados amortecedores eletrônicos, que podem ser controlados a distância. Em prédios mais simples são usados amortecedores de molas que funcionam de um jeito parecido à suspensão de veículos. Esses amortecedores absorvem grande parte do impacto provocado pelos tremores. Assim a probabilidade do edifício sofrer rachaduras ou abalos estruturais diminui.

Os Engenheiros também colocam um material especial para amortecer as junções entre as colunas, a laje e as estruturas de aço que compõe cada andar. Esse material ajuda a dissipar a energia quando a estrutura se movimenta em direções opostas, assim o prédio não esmaga os andares intermediários.

Todos os andares possuem, além de paredes de concreto, uma estrutura de aço interna, que ajuda a suportar o peso do prédio.

Uma das partes mais importantes dos prédios com tecnologias mais modernas contra terremotos é o sistema de contrapeso inercial: instalada na parte mais alta, uma bola pesada o bastante para movimentar o prédio no sentido contrário às vibrações do solo atenua o movimento e permite que o prédio se mantenha 40% mais estável durante um terremoto.

Os vidros das janelas, uma das partes mais sensíveis da construção, são envolvidos por borracha, para que não fiquem em contato direto com a esquadria de aço. Com isso, enquanto o prédio se movimenta, o vidro também se movimenta, porém de maneira controlada.

Este conjunto de tecnologias permite que os prédios mais modernos do mundo passem por terremotos sem comprometer a estrutura física da construção. Contudo, como cada prédio pode ser construído para suportar uma intensidade máxima de terremoto, alguns edifícios podem desabar após enfrentar uma série de abalos sísmicos em um curto espaço de tempo.

Controle à distância

Novos estudos mostram que em breve empresas poderão ajustar os sistemas de contenção das construções pelo computador no momento em que o terremoto começar. Todas essas tecnologias serão controladas em conjunto a partir de informações de sensores.

Ao instalar sensores em todos os elementos que compõe uma edificação, um engenheiro receberá informações em tempo real sobre o início, intensidade e variações do terremoto. Depois de analisar as melhores técnicas, ele acionará via internet os dispositivos que controlam cada estrutura flexível do prédio. Será possível, por exemplo, aumentar a velocidade do pêndulo para compensar movimentos bruscos causados pelo terremoto.

Nova tecnologia

Recentemente, no ano de 2013, uma equipe de pesquisadores da Universidade inglesa de Liverpool em parceira com o Centro Nacional de Estudos Sísmicos da França revelaram um novo modelo de combate aos sismos: redirecionar as ondas sísmicas com um todo.

É uma estratégia totalmente nova, em relação as técnicas utilizadas atualmente, que trabalham para anular o terremoto. A proposta da pesquisa é impedir que ele chegue ao edifício.

O dispositivo em estudo consiste em uma série de anéis concêntricos de concreto e plástico que circundam toda a fundação. Os materiais são organizados do mais rígido na parte externa ao mais flexível na parte interna. Isso porque estudos mostraram que as ondas sísmicas trafegam mais facilmente em meios mais rígidos, sendo assim ao se aproximar dos anéis mais flexíveis o sismo desviará de volta aos mais externos impulsionando pelo seu

momento, dando a volta no edifício. Ao invés de absorver o tremor, esse “escudo” colocado a 2 metros das fundações apenas o canaliza, como a água dando a volta em uma pedra.

No entanto esse dispositivo funciona apenas para as ondas horizontais dos sismos. Essa ondas ocorrem na maioria das vezes em terremotos, e viajam do epicentro à superfície onde se propagam horizontalmente a uma profundidade média de 90cm. Simulações computadorizadas revelaram que o sistema poderia proteger contra 70% das ondas dos terremotos mais destrutivos e que poderiam proteger qualquer estrutura. Ainda assim os estudos agora estão focados em combinar essa estratégia com os modos convencionais para garantir melhores resultados.

7. UTILIZAÇÃO DE RADIERS COMO FUNDAÇÃO DE EDIFÍCIOS

O Radier é um tipo de fundação superficial ou direta que distribui toda a carga da edificação de maneira uniforme no terreno. É uma laje contínua e maciça de concreto que se apresenta como alternativa vantajosa, em muitos casos, às fundações profundas. É um sistema de fundação que reúne num só elemento de transmissão de carga, um conjunto de pilares ou paredes. Este tipo de fundação é normalmente mais utilizado na construção de casas térreas e sobrados, mas também pode ser utilizado em edifícios de grande altura.

Uma fundação em Radier se apresenta como uma solução aplicável à maioria dos tipos de solo, pois como há distribuição uniforme de carga, o radier admite um solo com menor resistência do que aquela necessária para fundação em estaca. Dependendo das características e da escala do projeto, os radiers podem ser executados em concreto armado, em concreto reforçado com fibras ou em concreto protendido.

Quando a fundação rasa é muito extensa, (para apoiar várias casas, por exemplo), pode ser mais barato executar um radier protendido do que um radier armado. Em geral, não é muito viável fazer protensão se o radier for muito pequeno, com menos de 5m ou 6m. Radiers protendidos têm sido empregados em edificações mais altas, às vezes com até 14 pavimentos ou

mais. Radiers de concreto armado, ou reforçado com fibras, geralmente são utilizados para a construção de casas ou edifícios baixos, e com no máximo quatro ou cinco pavimentos.

No Brasil, até o momento não possui uma normativa específica para radier. Essa restrição dificulta muito a utilização desse sistema de fundação. De uma maneira geral, no Brasil, a maioria dos radiers são para casas de baixo custo, seja térrea ou sobrado, e na maioria das vezes existe um certo preconceito na utilização desta técnica. Em outros países, durante a elaboração de um projeto de fundação, a primeira opção a se avaliar é o radier, enquanto que no Brasil é a última opção. Isso, independentemente do porte da construção.

Normalmente o que causa uma grande influência no tipo de radier que será utilizado é o tipo de solo. Muitos casos de insucessos no Brasil com relação a radier foram cometidos por ignorar os tipos de solo e tentar implantar um método de outro país nas condições brasileiras. O correto é saber adaptar essa transferência de tecnologia que outros países oferecem para as nossas características e condições.

Existem edifícios onde é utilizado um sistema misto composto de um radier sobre estacas. Na cidade do México, onde é considerado um dos piores solos do mundo, existem muitas construções com radiers estaqueado, inclusive com estacas de pedras nas construções mais antigas. Como o solo é muito ruim, e tem baixíssima capacidade de suporte, faz-se uma laje de transferência com estacas, assim a laje transfere a carga para as estacas. Dá para levar em consideração essa capacidade de suporte da laje no solo ou não. Inclusive pode ser considerado isso ao longo da vida útil da estrutura. Porém depois de um tempo, o solo descolaria do radier e não estaria mais contribuindo, fazendo só funcionar as estacas.

Existem casos de edifícios altos onde as cargas nas fundações são elevadas, e com isso o diâmetro das estacas é grande. Consequentemente, o tamanho dos blocos também. Assim avalia-se a área total dos blocos pela área de projeção do edifício. Se esse valor for maior que 50%, não é recomendado fazer blocos isolados e sim um radier estaqueado. Esse é o caso do edifício mais alto do mundo, o Burj Khalifa.

Os radiers executados em concreto protendido, são mais recomendados por questões de economia, uma vez que garante uma economia em torno de

30% em relação a um radier armado. Porém, por exigir uma mão de obra mais especializada e qualificada, normalmente as construtoras acabam por optar pelo radier armado, mesmo sabendo que estão gastando mais. Isso faz com que essa técnica ainda não seja muito utilizada.

O uso de radier já é uma inovação no Brasil, por substituir fundações mais tradicionais. De uma maneira global, o uso da protensão no radier está possibilitando cada vez mais a utilização racional do sistema, bem como a possibilidade de poder utilizar placas cada vez maiores sem juntas.

Conclusão e vantagens do uso do radier protendido como elemento de fundação

Esse método desempenha a função de fundação, por se estender em toda projeção das edificações, transmite de maneira segura as suas cargas ao solo, sem exigir dele grande resistência, já que os valores das tensões a serem equilibradas pelo solo ficam bastante reduzidas devido a uniformização das ações.

Outra vantagem do radier é que sua construção cria uma plataforma de trabalho para serviços posteriores, porem impõe a execução precoce de instalações sanitárias e hidráulicas, exceto as que ficarão enterradas no restante da área ao seu redor.

A laje desempenha as funções de piso pronto, com excelente qualidade de acabamento, estando praticamente pronta para receber o revestimento de piso. O construtor está dispensado de fazer escavações, baldrame e cinta, além do contra piso.

Além disso, outro fator que deve ser levado em consideração é a economia, que é depois da qualidade e segurança, o ponto mais importante, pois o radier pode reduzir o custo em até 30%, em comparação aos outros sistemas de fundações. Tem uma execução muito pratica, sendo assim uma grande agilidade na execução, reduzindo a mão de obra, o tempo e podendo assim satisfazer melhor as necessidades do cliente.

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Notas de Aula, Fundações. PCC 435. São Paulo, EPUSP, s.d..

ALONSO, Urbano Rodriguez. Fundações e infraestruturas- palestras. São Paulo, Estacas FrankiLtda, 1979.

AZEREDE, Hélio Alves de. O Edifício Até sua Cobertura. São Paulo. Ed. Edgar BlucherLtda. , 1977

BRITO, José LuisWey de Fundações do edifício. São Paulo, EPUSP, 1987

http://engciviltech.blogspot.com.br/2012/03/o-japao-e-incrivel-engenharia-anti.html

http://ultimosegundo.ig.com.br/mundo/alta+tecnologia+faz+predios+resistentes+a+terremotos/n1238156416631.html

http://blog.suri-emu.co.jp/?p=13