

Grupo de Estudo de Sistemas de Distribuição-GDI

PROJETOS SUBTERRÂNEOS: REDUÇÃO DE CUSTOS DOS PROJETOS

SEVERINO PEDRO DE OLIVEIRA JUNIOR(1); ANDRÉ FERNANDO ZUMA CORREIA(1); ALBERT RODRIGUES BIZZO(1); ALESSANDRO BORGES ALVES(1); ALESSANDRO BASTOS MACHADO(1); GLEYTON RAFAEL DA SILVA GOIS(1); TANIA MARA BAGLI RIBEIRO(1); Enel(1);

RESUMO

Este artigo tem por fim demonstrar como foi possível reduzir o custo das redes subterrâneas da Enel e como aumentou-se a velocidade de construção das mesmas, demonstrando claramente a topologia e novas tecnologias implementadas, os materiais utilizados, o comparativo dos custos de implementação e os desafios futuros. O entendimento é que essa topologia de rede contribuirá com as demais distribuidoras do país na redução dos custos de construção e na melhoria dos indicadores de qualidade.

PALAVRAS-CHAVE

Redes subterrâneas, custos reduzidos e nova topologia.

1.0 - INTRODUÇÃO

1.1. Motivação

A Enel, em 2017, conseguiu construir 60 quilômetros de rede de distribuição subterrânea, o que a tornou a distribuidora do país com maior quantidade de rede subterrânea instalada no referido ano, conforme verificado na 13ª edição da expo & fórum sobre redes subterrâneas de energia elétrica [1]. Esse feito somente foi possível através da mudança da topologia e da forma de construção desse tipo de rede, assim como da implantação de novas tecnologias, o que proporcionou a construção de redes de menor custo e com maior velocidade de construção.

1.2. Objetivo

Demonstrar a viabilidade de construção de redes de distribuição subterrâneas com maior velocidade e menor custo, informando a respeito das etapas de construção e manutenção bem como as dificuldades encontradas e os desafios futuros.

2.0 - DESENVOLVIMENTO

2.1. Comparativo entre a Rede Subterrânea Padrão e a Rede Subterrânea Enel

O Brasil por quase toda a sua história sofreu e continua sofrendo uma grande influência dos Estados Unidos, e com o sistema elétrico não foi diferente, vide como exemplo a frequência de operação escolhida 60hz.

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

Mais recentemente aconteceu o mesmo com a rede subterrânea de distribuição, cuja filosofia Americana foi utilizada para projetos em várias partes do Brasil e também na América do Sul. A extinta Ampla Energia e Serviços S.A, antiga responsável pela distribuição de energia elétrica em grande parte do Estado do Rio de Janeiro, também adotou esta modalidade de rede, porém devido aos altíssimos custos, aos tempos elevados de execução e aos grandes impactos durante as obras, a viabilidade para implantação deste sistema ficou comprometido. As concessionárias que implantaram esta tipologia de rede subterrânea, seguindo a filosofia americana, a fizeram de forma muito pontual, devido aos problemas supracitados.

Após a aquisição da Ampla Energia e Serviços S.A pelo grupo italiano Enel, foi iniciada uma grande unificação de procedimentos e materiais, entre eles a implementação da filosofia Europeia de rede subterrânea.

Esta tipologia de rede do grupo Enel consiste, basicamente, em não utilizar as caixas de passagem e de emendas, e realizar a instalação de equipamentos abrigados em cabines de alvenaria na superfície, ou seja, conceitos totalmente diferentes dos aplicados na rede construída com a filosofia Americana. Desta maneira, se reduz de forma extremamente significativa os custos com obras civis, ganhando também celeridade na execução, causando também menos transtornos durante a obra.

TIPOLOGIA AMERICANA	TIPOLOGIA ENEL
<ul style="list-style-type: none"> • Construção de grandes caixas em alvenaria para puxamento cabos, emendas, derivações e instalação de equipamentos. Figuras 1(a), 1(b), 1(c) e 1(d). 	<ul style="list-style-type: none"> • Puxamento de cabos e emendas realizadas diretamente no terreno, derivações e instalação de equipamentos em superfícies. Figuras 2(a), 2(b) e 2(c).

Abaixo, através das figuras 1 (a), 1(b), 1(c) e 1(d), respectivamente, estão apresentados os “transtornos” causados pela escavação, implantação e construção da caixa de passagem da rede subterrânea segundo tipologia Americana, quando comparado com a da Enel, figuras 2(a), 2(b) e 2(c).



Figura 1(a) - Escavação na tipologia Americana.



Figura 1(b) - Implantação na tipologia Americana.



Figura 1(c) - Caixa de passagem na tipologia Americana.



Figura 1(d) - Transtorno causado pela tipologia Americana.



Figura 2(a) - Passagem de cabo na tipologia Enel.
Enel.



Figura 2(b) - Transtorno causado pela tipologia Enel.



Figura 2(c) – Equipamentos abrigados em cabines de alvenaria na superfície na tipologia Enel.

2.2. Rede Subterrânea da Enel Rio

2.2.1. Metodologia implementada (Aspectos do Projeto, teste dos cabos e etc.)

A rede subterrânea na Enel basicamente foi implementada em novos circuitos de subestações de distribuição, visando particionar os alimentadores existente com grandes quantidades de consumidores. Um dos motivos da escolha de se fazer subterrâneo é o problema existente de “congestionamento” da rede aérea vizinha às subestações (trechos com 3 ou mais circuitos na mesma posteação).

Inicialmente é realizado um estudo de traçado para nova rede subterrânea, visando o percurso com menor custo, maior velocidade de execução, menos interferências com outros serviços e menores impactos autorizativos. Estudo este que se torna subsídio para a elaboração de um projeto simplificado, figura 3, que é enviado para os órgãos competentes, podendo ser prefeituras, órgãos ambientais, concessionárias de rodovias, entre outros.

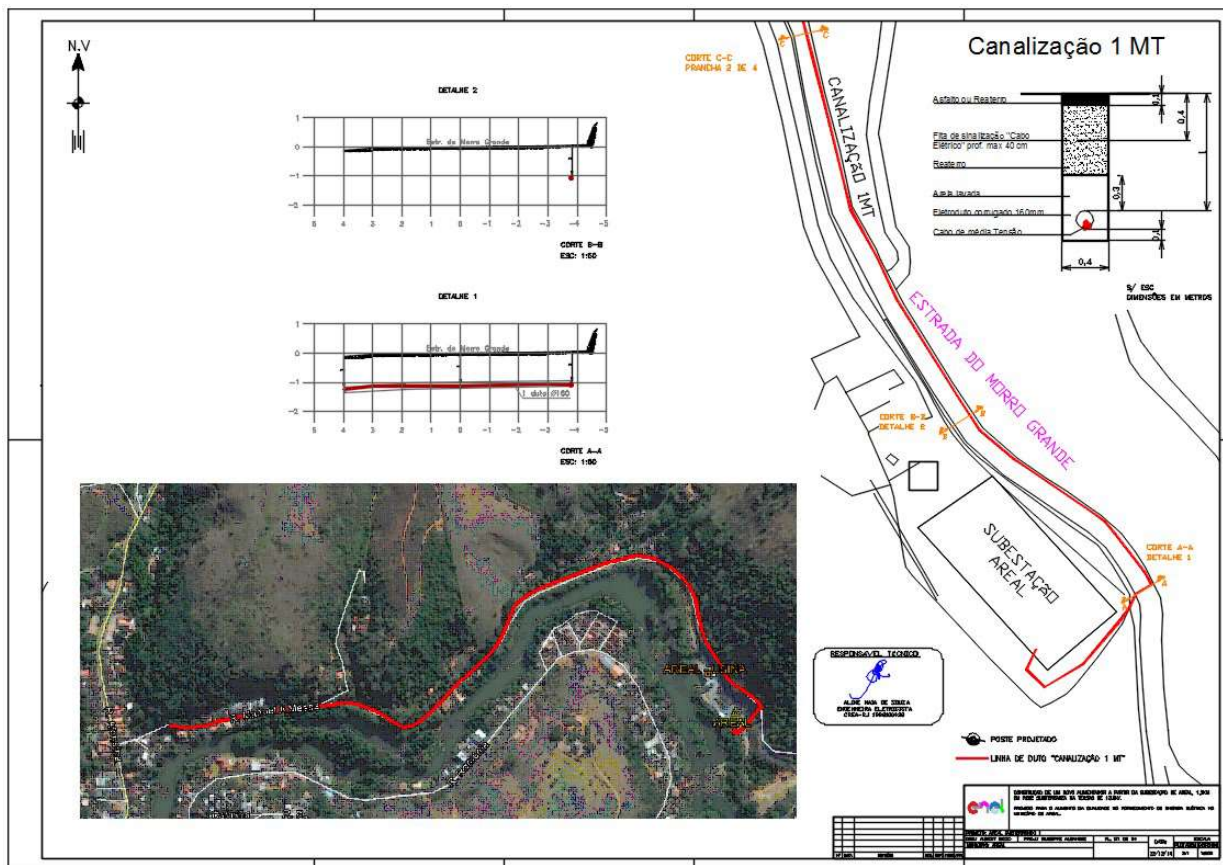


Figura 3 – Exemplo de projeto simplificado.

De posse das autorizações necessárias, que na maioria dos casos veem acompanhadas de condicionantes como limitação de horários e dias de trabalho, e alteração das características construtivas das linhas de dutos, a execução da obra tem seu início. Um exemplo de condicionante ocorreu no município de Cabo Frio onde foi solicitada a instalação de placas de concreto sobre os dutos para proteção mecânica.

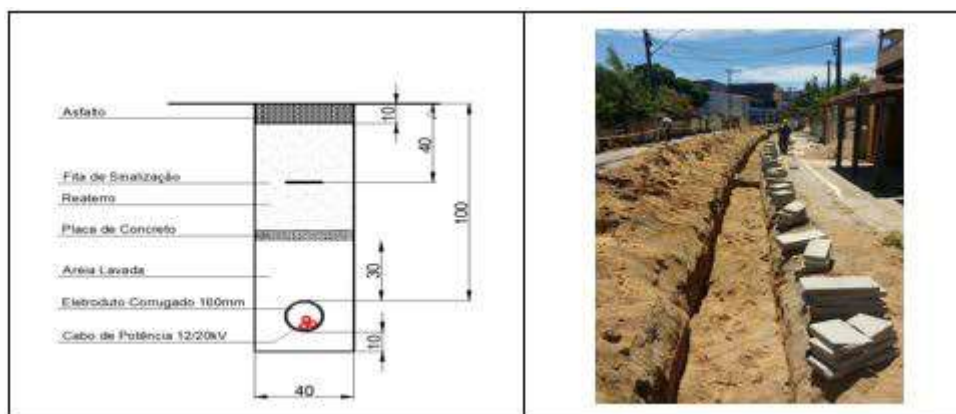


Figura 4 – Instalação de placas de concreto (condicionante).

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

2.2.2. Materiais e equipamentos empregados

Os cabos de potência, figura 5, possuem isolamento para 20kV, condutor em alumínio, blindagem a tubo de alumínio e um elemento de bloqueio contra infiltração de água. As emendas, figura 6, possuem isolamento a 20kV, contrátil a frio tubular pré-expandida, facilitando a instalação e reduzindo os riscos de defeito por problemas de execução.

Os terminais, figura 7, possuem isolamento para 30kV, com um longo comprimento de linha de fuga, aumentando a confiabilidade desses pontos. E os equipamentos como transformadores, disjuntores e seccionadores blindados são instalados na superfície em cabines de alvenaria, figura 8.

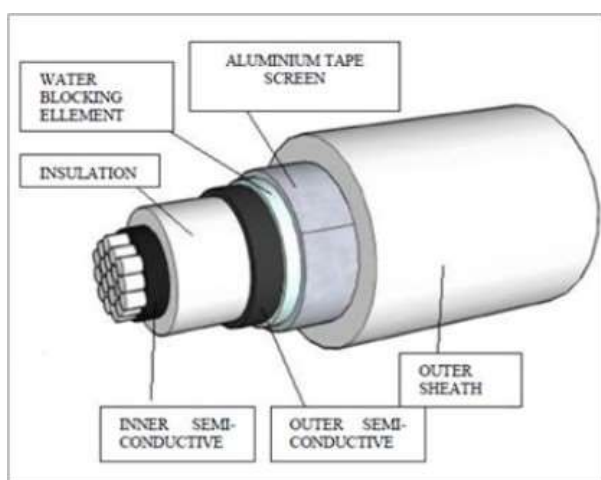


Figura 5 – Cabo de Potência.



Figura 6 – Emendas.



Figura 7 – Terminais.



Figura 6 – Outros equipamentos.

2.2.3. Tecnologia aplicada no processo de construção

Este tipo de construção tem como maior característica a simplicidade na construção de rede subterrânea (sem galerias e caixas de passagem), o que permite a sua execução de forma rápida e segura e com transtornos reduzidos.

O método mais comumente utilizado é o “Método Destrutivo de Escavação”, onde basicamente utiliza-se uma

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

máquina portátil (cortadora de asfalto) de operação manual, que produz corte inicial para atravessar a camada asfáltica. Em seguida, com a utilização de uma retroescavadeira, que pode ser do tipo “Bobcat”, a camada superficial do asfalto é retirada e uma vala de aproximadamente 1,5 m de profundidade por 40 cm de largura é aberta para acomodação de dutos por onde passarão os cabos de potência isolados elétrica e mecanicamente (figura 9).

Antes da acomodação dos dutos na vala é colocada uma camada de 10 centímetros de areia lavada, que serve de “cama” para os mesmos.

Após a acomodação dos dutos, uma outra camada de areia lavada é depositada e compactada sobre o duto a uma espessura de cerca de 30 cm (figura 10). Em seguida, é feito novo aterro com o material retirado inicialmente e, por fim, a recomposição asfáltica.

Ao lado dos dutos é lançado também um cabo para aterramento, o mesmo deve ser contínuo em toda a extensão do trecho escavado e conectado às hastes de aterramento nas subidas em cada poste.

A 40 cm da superfície asfáltica é colocada uma fita de sinalização para indicar a existência dos cabos de energia elétrica (figura 11). Em seguida, todo o material é compactado para o recebimento da camada asfáltica, assim, recompondo a pavimentação.

Para cada duto extra colocado ao lado é necessário estender a largura da vala em 20 cm.

Existe, também, o “Método Não Destrutivo de Escavação”, que é utilizado normalmente em áreas onde o Método Destrutivo não é autorizado pelos órgãos competentes como DNIT, DER, Prefeituras e etc. Este método utiliza uma sonda que executa a perfuração, já depositando o duto no trecho, sem abertura de vala, o que se torna uma solução de engenharia para situações antes inviáveis, porém com um custo maior do que o apresentado no Método Destrutivo.

É primordial que o cabo tenha o menor número de emendas possíveis, assim é primordial que um Planejamento de Bobinas seja realizado, e assim o lançamento dos cabos de potência seja inteiro, como não existem caixas de passagem é necessário reabrir valas intermediárias no trecho para que os cabos sejam lançados.

O lançamento do cabo deve respeitar o limite de tração indicado pelo fabricante.

Toda vez que é necessária uma interseção com a rede existente a rede subterrânea sobe em um poste, troca carga e mergulha novamente (figura 12).



Figura 9 – Vala para os dutos.



Figura 10 – Compactação da vala.



Figura 11 – Vala para os dutos.



Figura 12 – Compactação da vala.

2.2.4. Benefícios

Com o crescimento da rede de distribuição na zona de concessão da Enel Distribuição Rio, está se tornando difícil a implantação de novas redes aéreas devido à falta de espaço físico.

O problema citado tem sido contornado a partir da implantação das redes subterrâneas que traz consigo os seguintes benefícios:

- Redução do número de circuitos por posteação (figuras 13(a) e 13(b));
- Redução das falhas na rede de distribuição visto que ela ficará menos exposta a agentes externos;
- Aumento na confiabilidade da rede;
- Redução dos custos de manutenção da rede devido à baixa necessidade de manutenção;
- Diminuição de circuitos aéreos melhorando a poluição visual da rede e ajudando na conservação do meio ambiente já que não serão necessárias retiradas de árvores para passagem da rede (figuras 14(a) e 14(b) referente à SE Parada Angélica - Magé);
- Aumento da segurança da população por causa da redução do risco de acidentes por ruptura de condutores e contatos acidentais.



Figura 13(a) – Rede aérea com alta densidade de posteação.



Figura 13(b) – Rede aérea com alta densidade de circuito.



Figura 14(a) – Rede aérea anterior às obras subterrâneas.



Figura 14(b) – Rede aérea após as obras subterrâneas.

2.2.5. Desafios durante a instalação

Os principais desafios encontrados no processo de construção foram a falta de conhecimento das equipes nessa topologia de rede, a interferência direta em redes pluviais e de gás e a necessidade de obtenção de algumas autorizações de passagens e ambientais.

2.3 Viabilidade financeira

Nos países desenvolvidos a rede elétrica de distribuição subterrânea é, geralmente, a primeira opção, porém no Brasil, apesar das vantagens associadas a essa tipologia de rede, o padrão mais adotado pelas distribuidoras de energia elétrica ainda é a rede aérea devido ao alto custo de instalação das redes subterrâneas, que são de 10 a 20 vezes maiores que a construção de um sistema aéreo convencional, além da complexa logística para a sua implantação principalmente em grandes centros urbanos.

Porém, contradizendo esses indicadores, a Enel Distribuição Rio, adotando novas tecnologias e diversos critérios construtivos utilizados em outras empresas do grupo, principalmente na Itália, conseguiu construir em 2017 aproximadamente 60 km de rede de distribuição elétrica subterrânea com um investimento de aproximadamente MR\$ 33.

2.3.1. Custo de uma Rede Subterrânea Padrão e a da Enel

Analisando os dados referentes aos custos de implementação de redes de distribuição de energia elétrica subterrâneas, atualmente adotados por grande parte das distribuidoras do Brasil e as aplicadas atualmente pela Enel, é possível notar uma redução significativa dos custos.

Os dados demonstrados abaixo (gráfico 1) se referem aos custos totais de construção de 1 km de rede de distribuição subterrânea considerando os custos de materiais, mão de obra e custos indiretos associados às obras civis e elétricas.



Gráfico 1 – Custo médio de 1km de rede subterrânea em área não pavimentada.

Assim, ao observar o gráfico 1, percebe-se que a diferença de custo entre as duas formas de construção de rede subterrânea chega, aproximadamente, a **R\$ 1.000.000,00** para um circuito. Essa diferença deve-se, principalmente, a redução de custo associado às obras civis.

2.3.2. Ausência de caixa de passagem

Adotando os novos critérios construtivos a Enel conseguiu reduzir, em torno de **25 a 31%**, o custo das obras civis associadas a construção de rede subterrânea de um a quatro circuitos lançados, vide gráfico 2. Essa redução se deve principalmente a não utilização de caixas de passagens ao longo do circuito.

Na construção da rede subterrânea padrão é adotado a construção de caixas de passagem a cada 70m de rede. Em uma obra de 1 km isso representa 50% dos custos totais da obra.

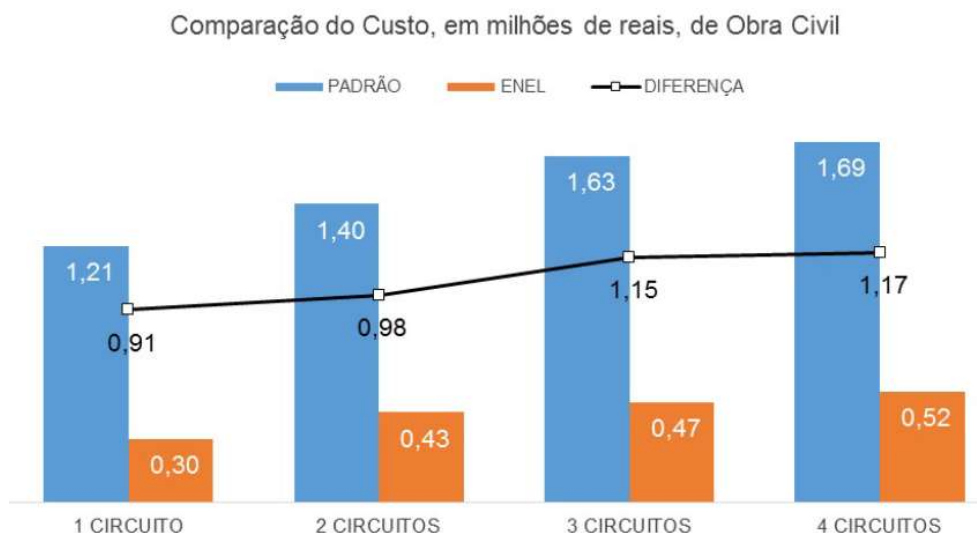


Gráfico 2 – Custo com Obra Civil para Rede Subterrânea Padrão e Enel.

3.0 - CONCLUSÃO

A princípio, não existe a necessidade de caixa específica para proteção das emendas, mas estamos em processo de reavaliação dessa necessidade a fim de reduzir os riscos de defeitos futuros.

Identificamos, também, a necessidade de mapeamento das coordenadas onde encontram-se as emendas, de forma a cadastrá-las nos nossos sistemas ortogonal e cartográfico.

E, por fim, será feita uma análise ex post do impacto causado pela implantação de redes de distribuição subterrânea nos indicadores de qualidade.

Conclui-se, então, que com a adoção da nova metodologia de construção de rede subterrânea, onde elimina-se a presença de caixas de passagem e instala-se os equipamentos abrigados em cabines de alvenaria na superfície, a Enel conseguiu reduzir o custo médio de construção da rede e acelerar a execução de forma a provocar o menor impacto possível durante a realização das obras

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] XIII Edição da Expo e Fórum de Redes Subterrâneas de Energia Elétrica. SP, jun/2017.

[2] LIMA, Adriana Domene Barbosa. Estudo da Viabilidade de Implantação das Redes de Distribuição Subterrâneas: Aspectos Gerais e Ambientais. SP, 2016. 61 f. Monografia (Graduação) – Graduação em Engenharia Ambiental - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Niterói. 2016.

[3] CORRÊA, A.P; BORGES J.P; NOGUERIA, L.R. - REDE DE DISTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEA DE ENERGIA ELÉTRICA. Estado de São Paulo, São José dos Campos, SP.

[4] SECCIA, Luciano. DESAFIOS AUTORIZATIVOS PARA APLICAÇÃO DE REDES SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (ANÁLISE COMPARATIVA COM EXPERIÊNCIA NA ITÁLIA E ROMÊNIA. 2017. Disponível em: <<http://www.rpmbrazil.com.br/palestras.aspx#>>. Acesso em: 05 fev. 2018.

[5] ENEL DISTRIBUIÇÃO RIO - Rede de Distribuição Subterrânea até 15kV (PEA-037/2014 R-00). Disponível em: <http://intranet.coelce.com.br/AdmCont/Contenido.asp?Id_registro=32&PreView=true&emp=Ampla>. Acesso em: 05 fev.2018

[6] NAKAGUISHI, Marcos Issao et al. Estudo Comparativo Técnico/Financeiro Para Implantação de Redes de Distribuição Subterrâneas. PR, 2011. Monografia (Graduação) – Graduação em Engenharia Elétrica – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba, 2011.

[7] VELASCO, D. N. G et al. Análise comparativa dos custos de diferentes redes de energia elétrica no contexto da arborização urbana. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n4/31690.pdf>>. Acesso em: 23 fev.2018.

[8] MOREIRA, Bruno. Rede da discórdia. Revista O Setor Elétrico, ed.128, p.56-59, set/2016.

[9] Giuliana Del Nero Velasco; Ana Maria Liner Pereira Lima; Hilton Thadeu Zarate Do Couto. Análise comparativa dos custos de diferentes redes de distribuição de energia elétrica no contexto da arborização urbana. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622006000400022>. Acesso em 23 fev. 2018.

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

FOTO DO AUTOR PRINCIPAL OBRIGATÓRIA



XXV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

3948
GDI/29

