



Tehran  
Wastewater  
Company



Tehran Province  
Water & Wastewater  
Company



National Water &  
Wastewater Engineering  
Company



unesco  
UNESCO affiliated centre



Regional Centre  
on Urban Water  
Management  
under the auspices  
of UNESCO



Ministry of Energy  
I.R.Iran



Iran water  
Resources  
Management  
Company



the international  
water association



Rayanegan  
Research and Educational Institute

# Sustainable Wastewater Operations: Lessons, Challenges, and the Roadmap

Workshop Opening Slide



**Date:**

8–10 September 2026



**Venue:**

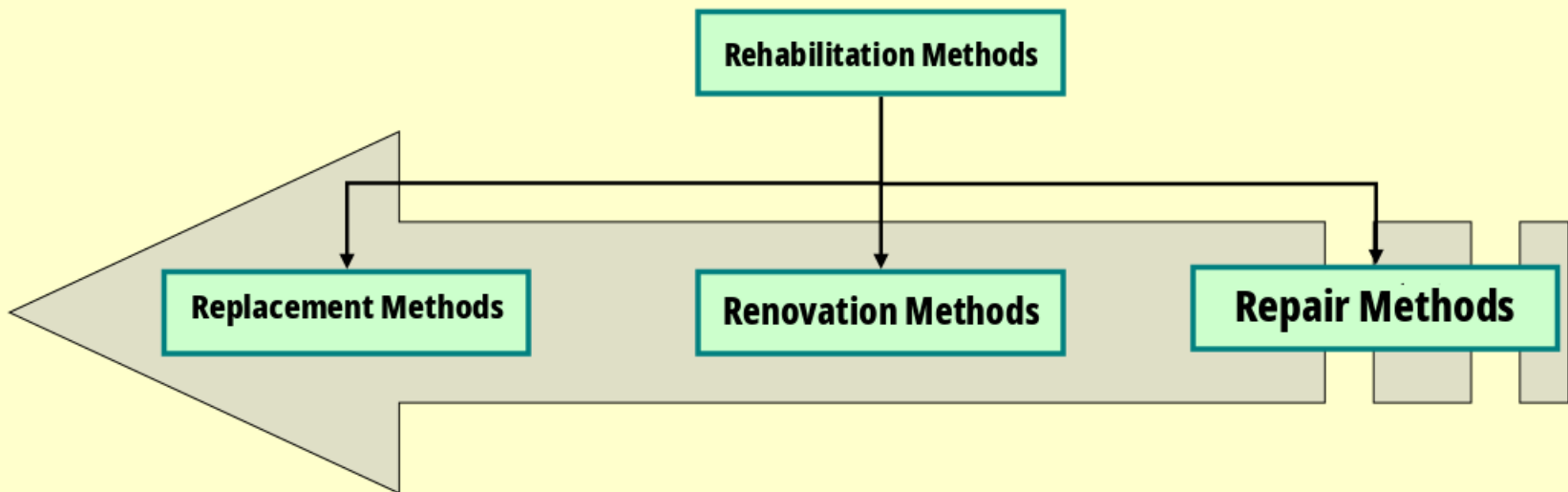
Abgineh Hall, Tehran Provincial  
Water and Wastewater Company

## Workshop Themes:

- Comprehensive Review of the Wastewater Sector in Iran and the UNESCO-RCUWM Governing Board Member States
- Operation and Maintenance Management of Wastewater Collection Systems
- Best Practices in the Operation and Maintenance of WWTPs
- Value Creation and Business Development in the Wastewater Industry

روشهای بازسازی شبکه های فاضلاب  
امیررضا احمدی مطلق

# Classification of Rehabilitation Methods



# Repair

```
graph TD; Repair[Repair] --> Trenchless[Trenchless Methods]; Repair --> OpenTrench[Open Trench Methods]; Trenchless --> Robotic[Robotic Repairs]; Trenchless --> ManMade[Man-Made Repairs]; Robotic --> InjectionCracks[Injection in Joints or Cracks]; Robotic --> MillingRobot[Milling Robot]; Robotic --> RootCutting[Root cutting Robot]; Robotic --> Rerounding[Rerounding]; Robotic --> PatchRepair[Patch Repair]; ManMade --> Injection[Injection]; ManMade --> Pointing[Pointing]; ManMade --> ChemicalStabilization[Chemical Stabilization]; ManMade --> InSitu[In situ repairs]; OpenTrench --> SemiOpen[Semi-open cut]; OpenTrench --> OpenCut[Open Cut]; SemiOpen --> Shoring[Shoring & Trench box]; SemiOpen --> ConcreteSheet[Concrete sheet pile]; SemiOpen --> SheetPile[Sheet pile]; OpenCut --> ConventionalTrench[Conventional Trench];
```

The diagram is a hierarchical flowchart titled 'Repair'. It branches into two main categories: 'Trenchless Methods' and 'Open Trench Methods'. 'Trenchless Methods' further branches into 'Robotic Repairs' and 'Man-Made Repairs'. 'Robotic Repairs' includes five sub-methods: 'Injection in Joints or Cracks', 'Milling Robot', 'Root cutting Robot', 'Rerounding', and 'Patch Repair'. 'Man-Made Repairs' includes four sub-methods: 'Injection', 'Pointing', 'Chemical Stabilization', and 'In situ repairs'. 'Open Trench Methods' branches into 'Semi-open cut' and 'Open Cut'. 'Semi-open cut' includes three sub-methods: 'Shoring & Trench box', 'Concrete sheet pile', and 'Sheet pile'. 'Open Cut' includes one sub-method: 'Conventional Trench'.

## Trenchless Methods

### Robotic Repairs

Injection in Joints or Cracks

Milling Robot

Root cutting Robot

Rerounding

Patch Repair

### Man-Made Repairs

Injection

Pointing

Chemical Stabilization

In situ repairs

## Open Trench Methods

### Semi-open cut

Shoring & Trench box

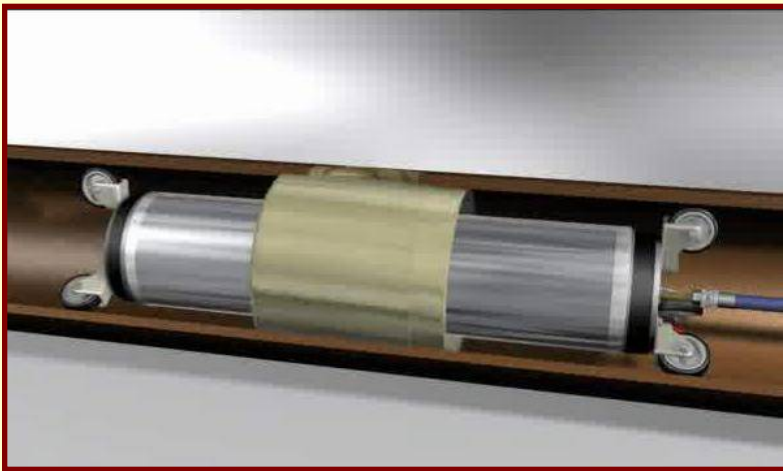
Concrete sheet pile

Sheet pile

### Open Cut

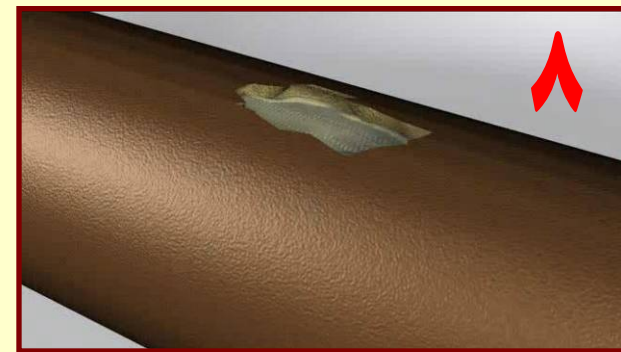
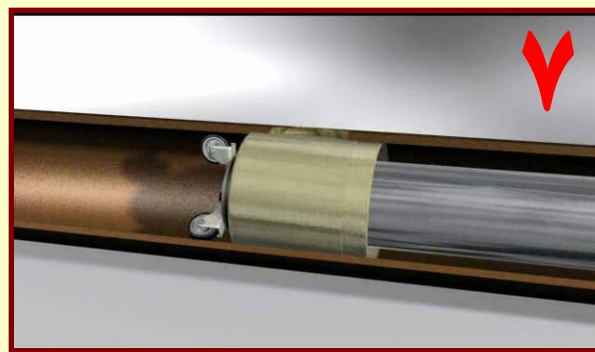
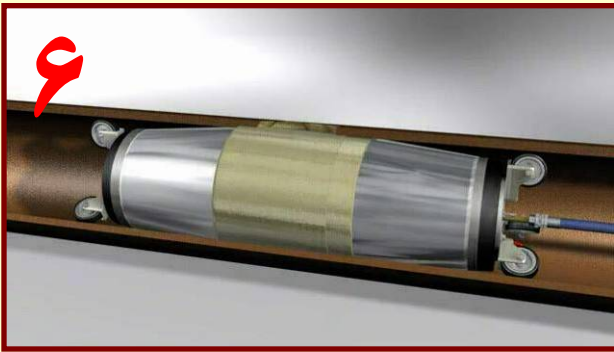
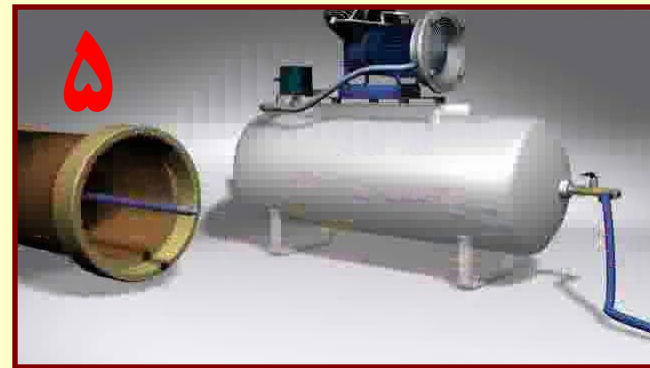
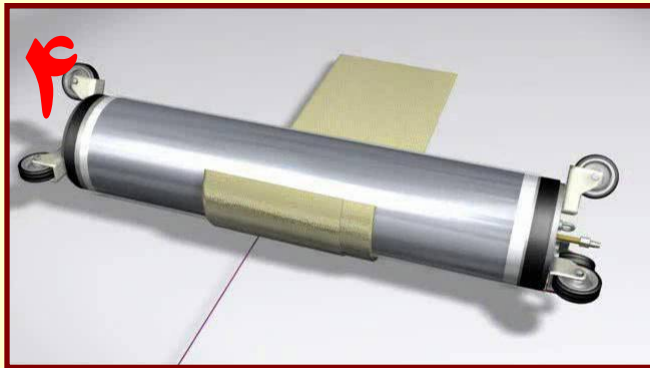
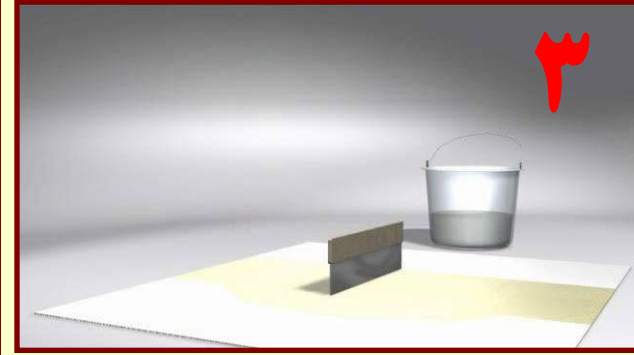
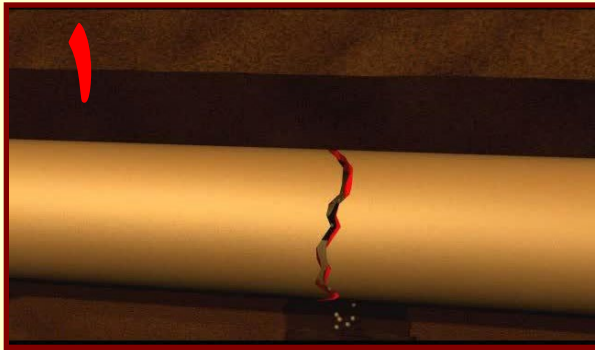
Conventional Trench

# Introduction to Repair Methods



# Patch Repair

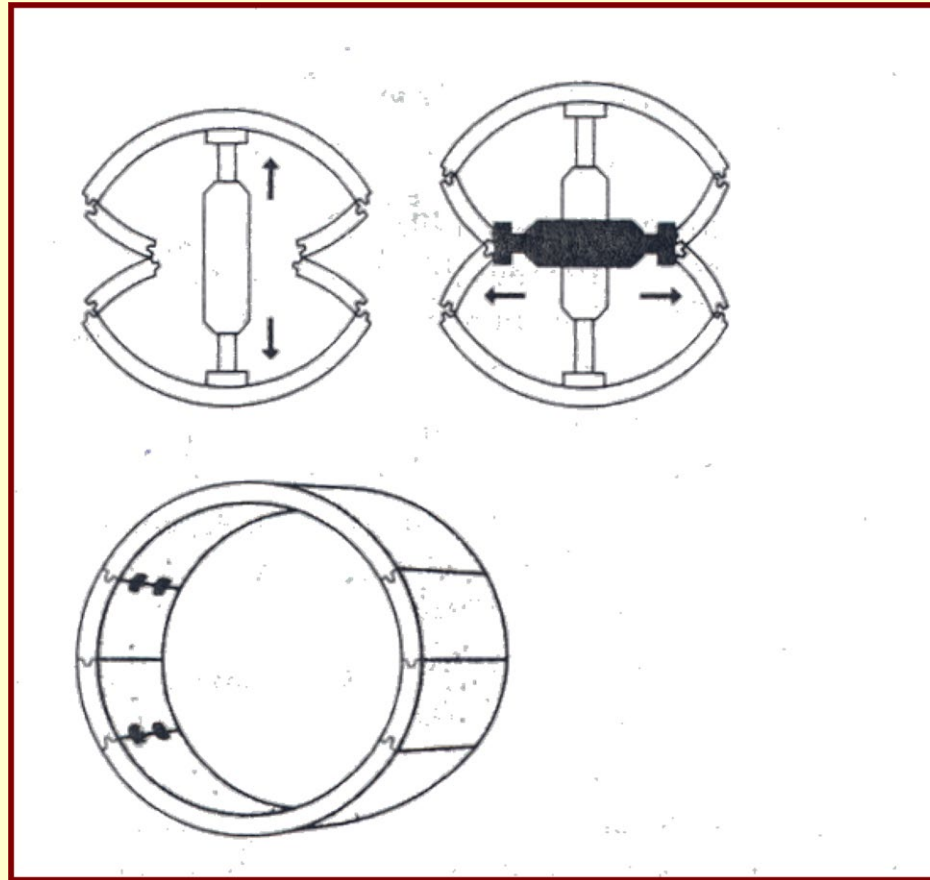
## وصله‌های موضعی



# Rerounding

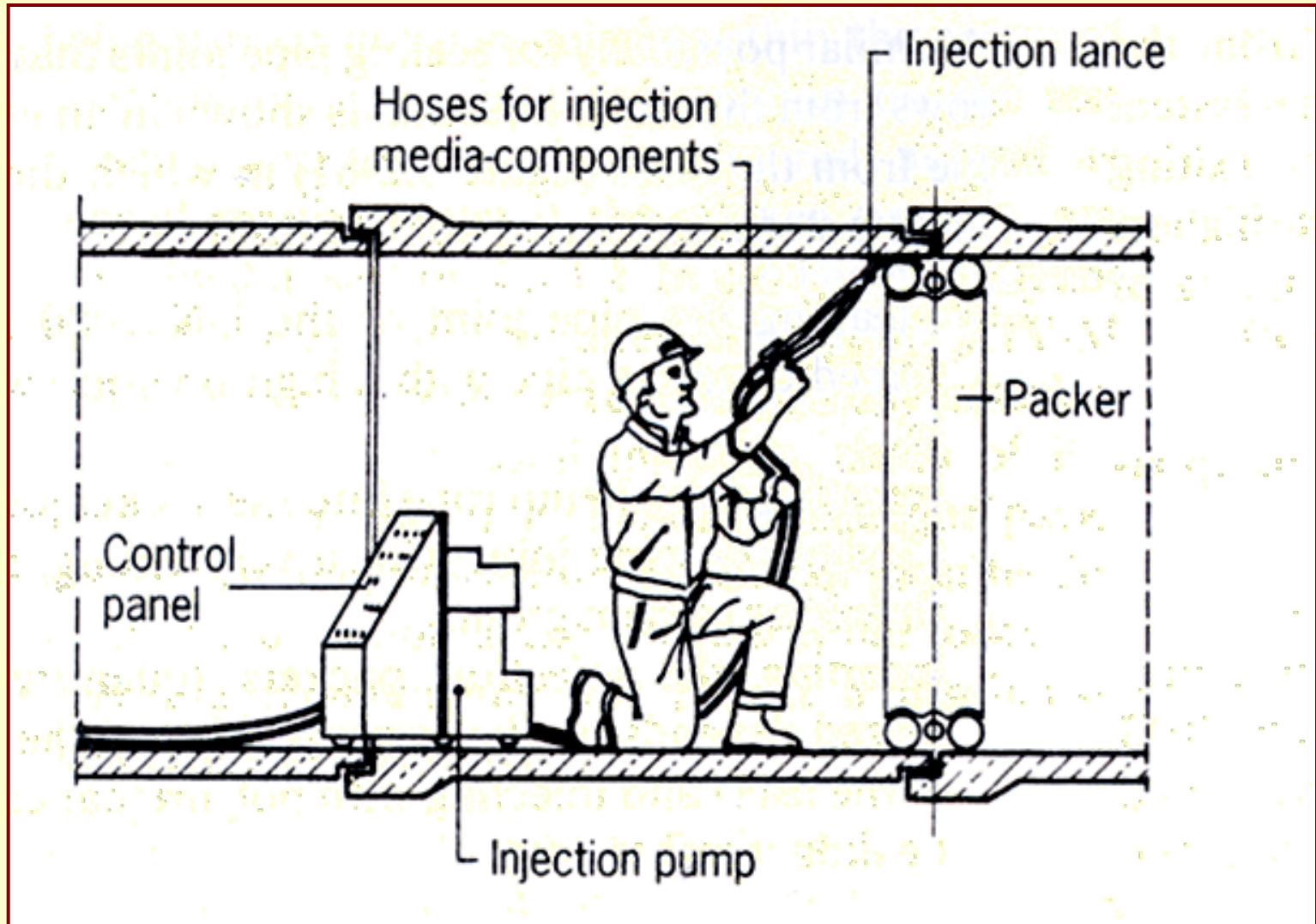
**Snapfix -  
Re-rounding**

# Rerounding - Continued



# Injection

تزریق



# Injection

# تزریق

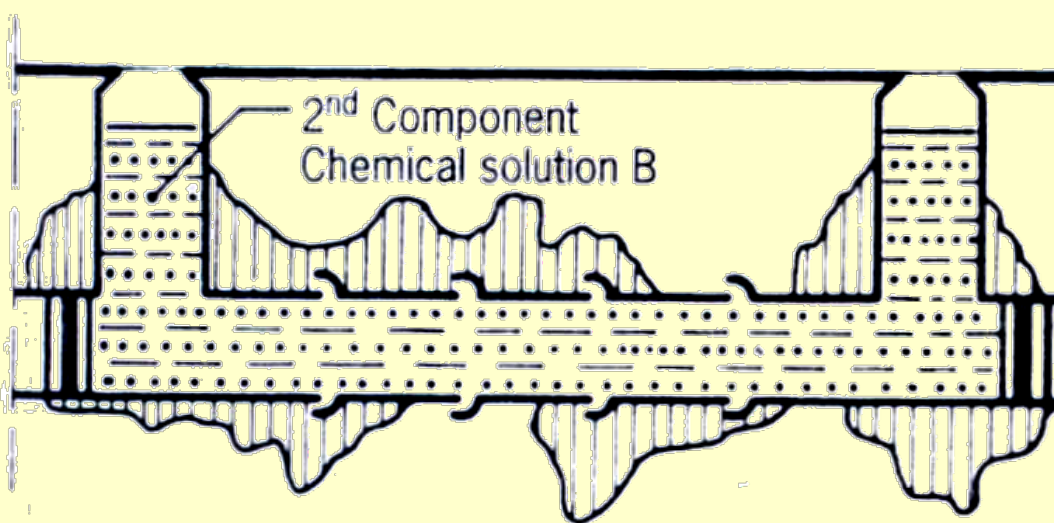
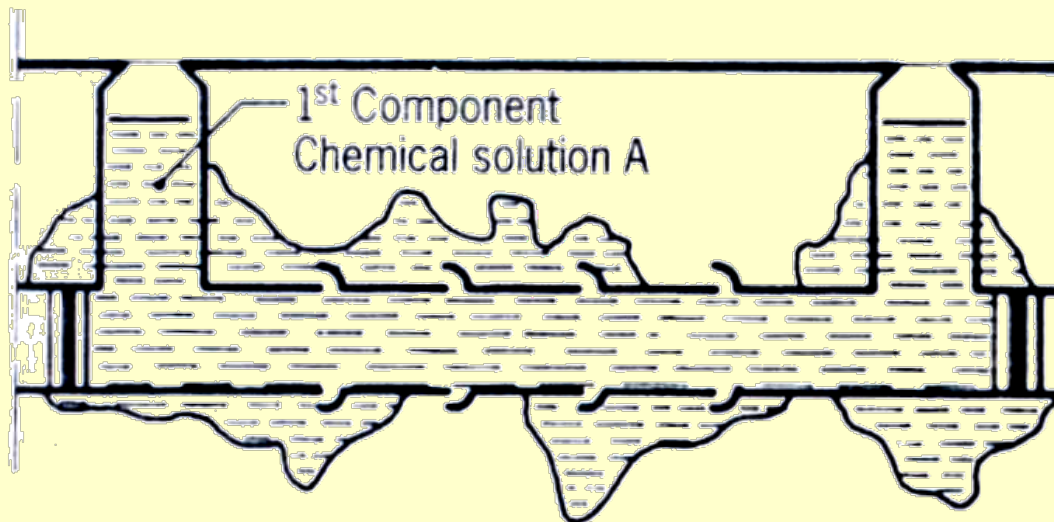


# AVANTI

**AvantiGrout stops leaks. Permanently.**

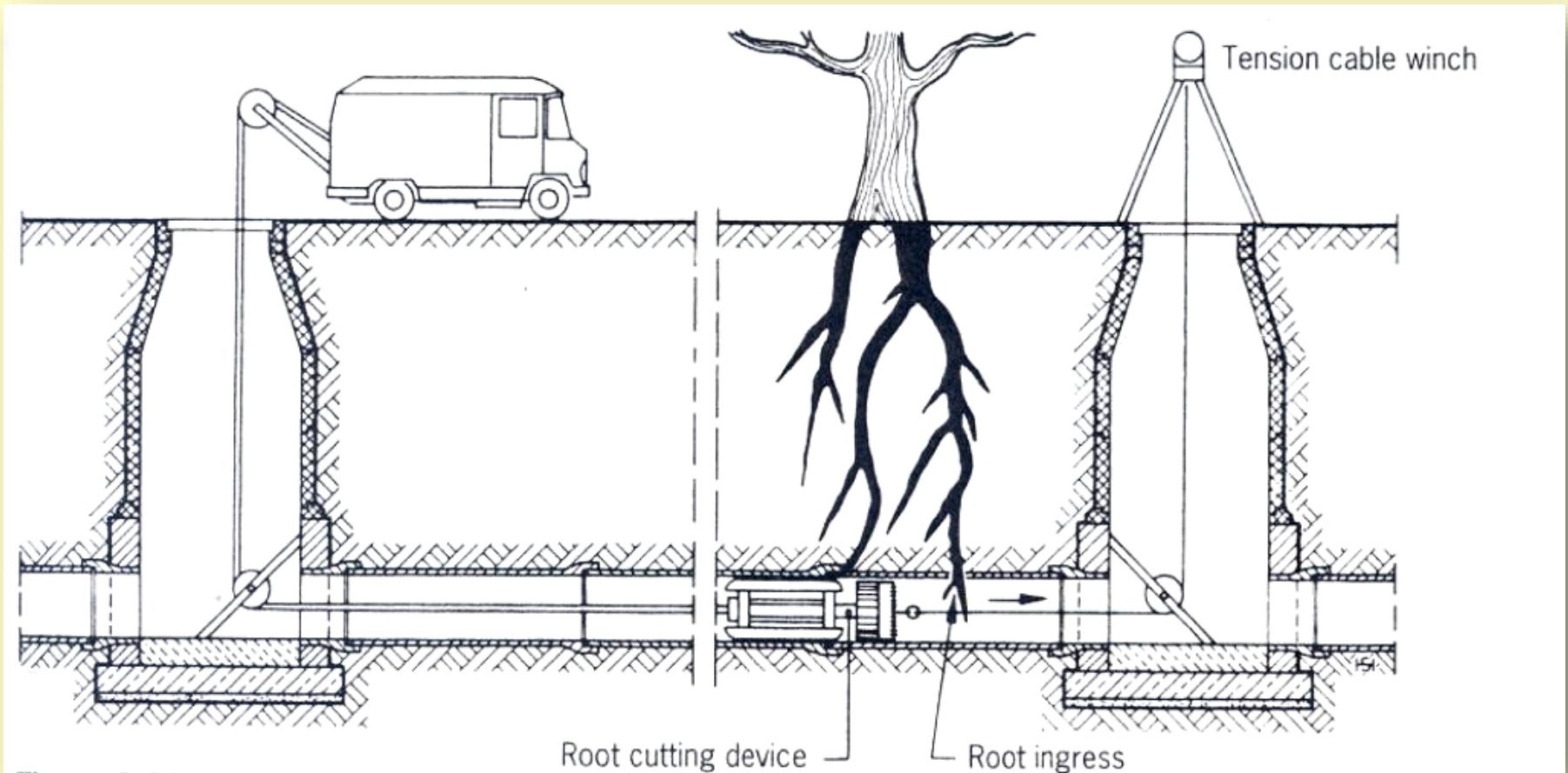
# Chemical Stabilization

تثبیت شیمیایی

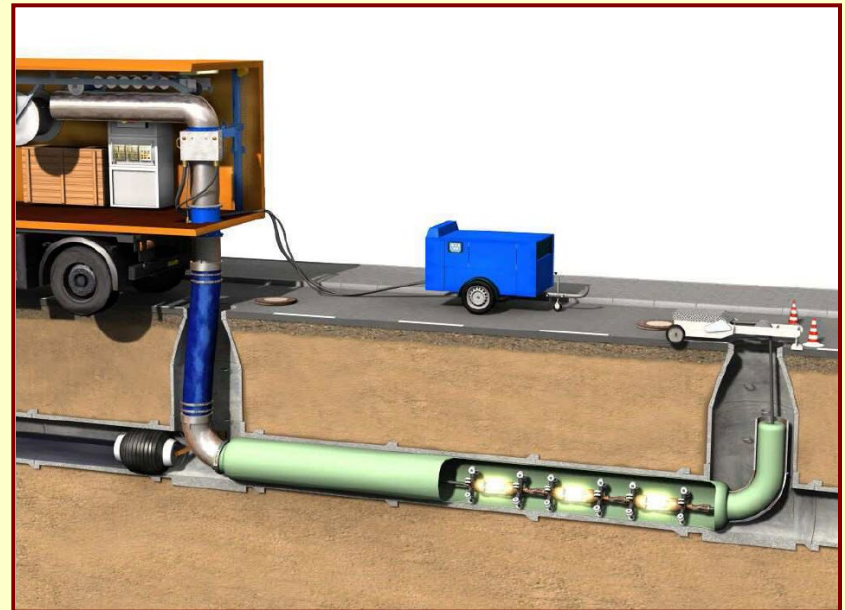
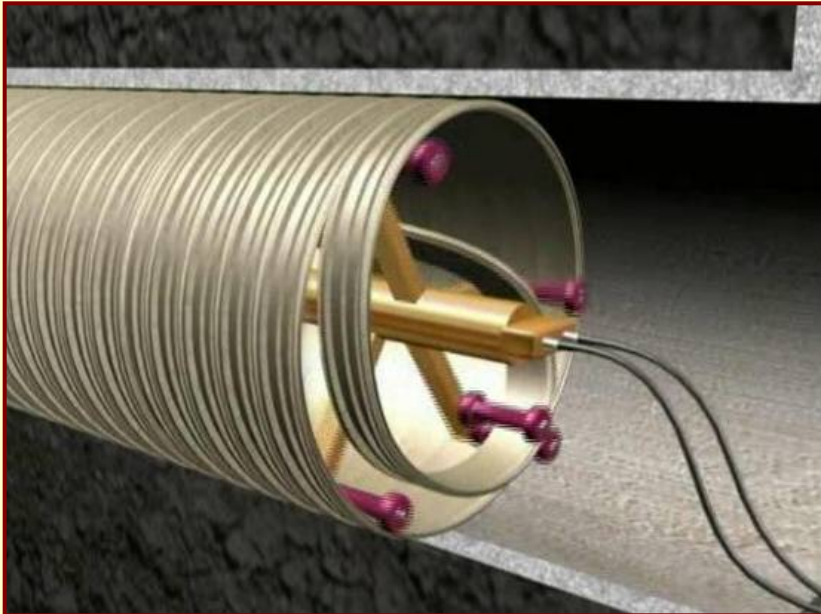


# Root Cutting Device

روبات برش ریشه‌ها



# Introduction to Renovation Methods



# Renovation

## Trenchless Methods

### Coating Linings

Cement Mortar Spray

Fiber Reinforced Mortar Spray

Polymer Lining

### Close-fit linings

Swaged Liners

Folded Liners

Continuous sliplining

Segmental Sliplining

### Spiral linings

Spirally Wound linings

### CIPP

Hot water Cure

Steam Cure

Ambient Cure

UV Cure

## Open Trench Methods

### Semi Open Trench

Shoring and Trenchbox

Concrete Sheet Pile

Sheet Pile

### Open Trench

Conventional Trench

## Sprayed Linings

## پوششهای پاششی در محل



## پوششهای پاششی در محل (ادامه)



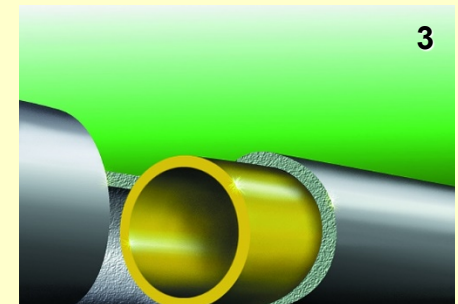
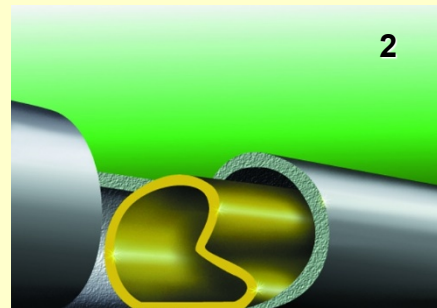
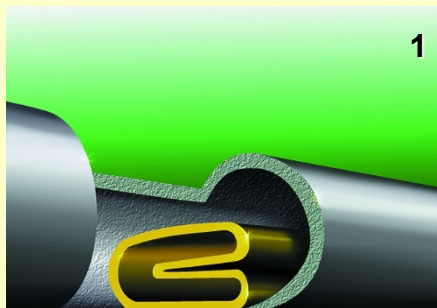
## پوششهای پاششی در محل (ادامه)



# Close-fit linings

## Procedure

1. Inversion of the CP-Line
2. Heating up under Pressure
3. The Cool-Down is followed by Opening





## Swaged liners

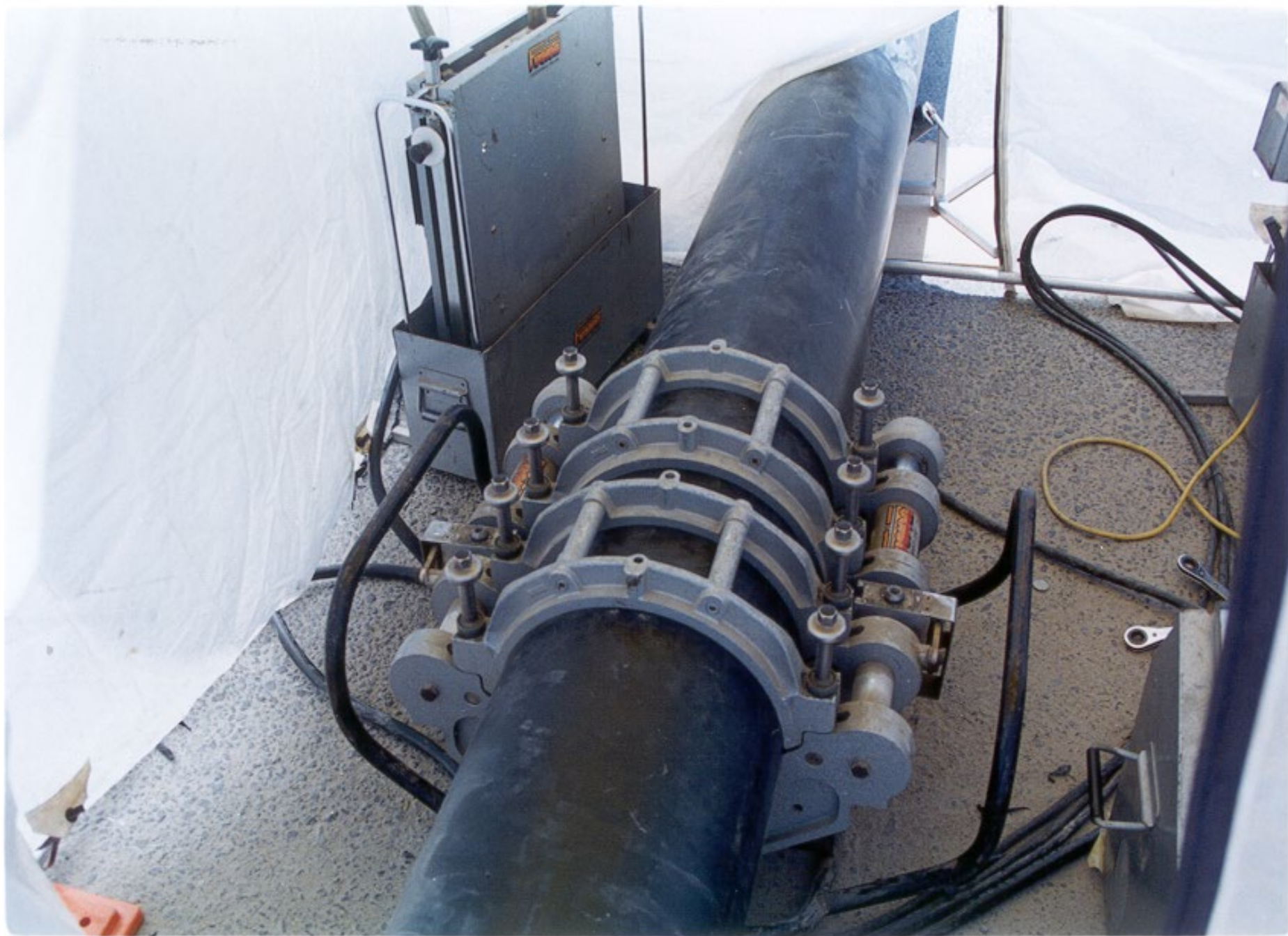
## کاهش قطر و رانش پوششهای لوله‌ای شکل پذیر



غلنگهای  
کاهنده قطر

وینچ





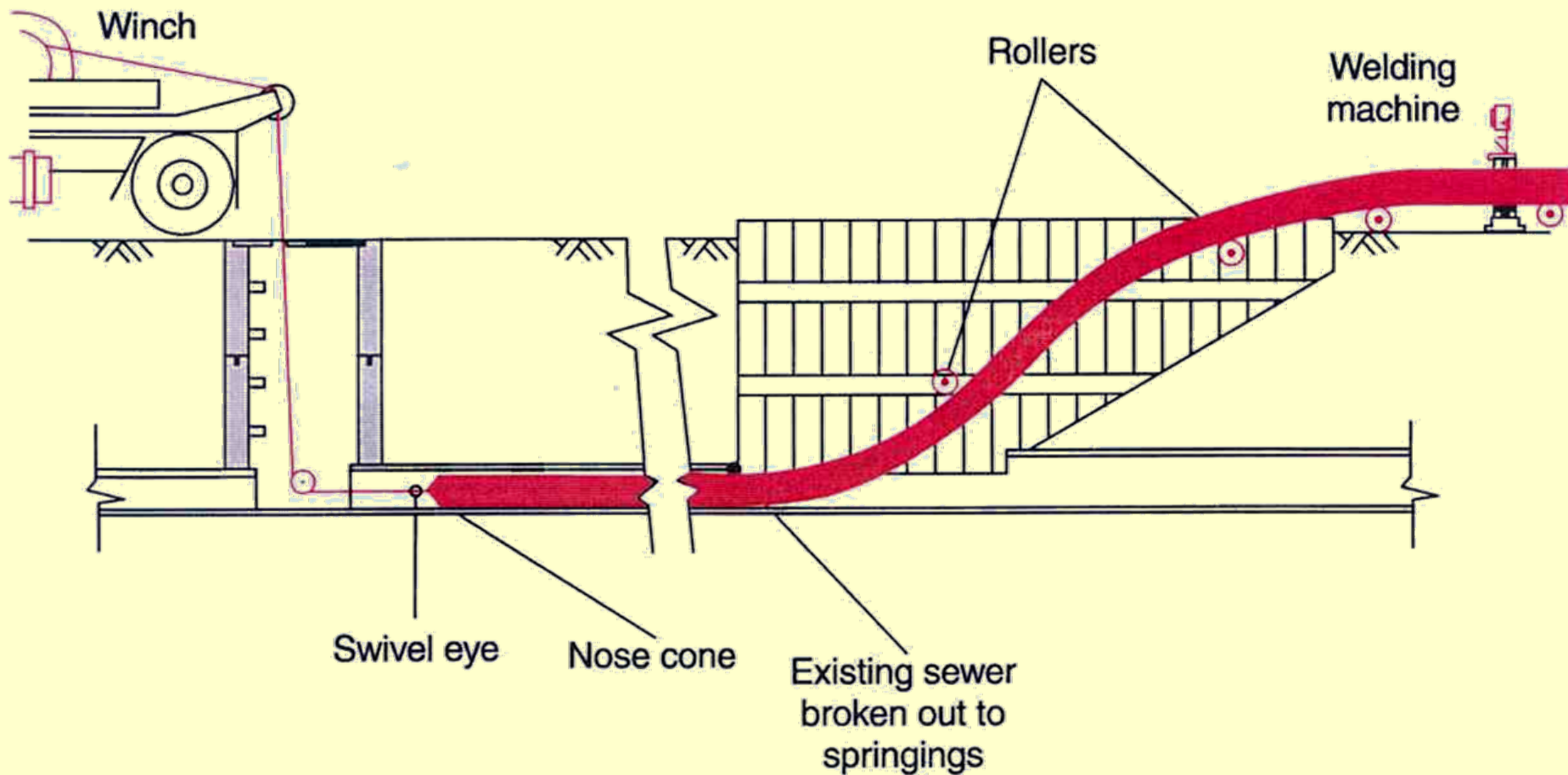






## Continuious and segmental Sliplining

## راندن پوششهای پیوسته و قطعات لوله





**Liner Pipe  
In Position  
In Lead in  
Trench**

# Liner Pipe Entering Reduction Dia.





**35 Tonne  
Capacity  
Winch Pack**



Completed  
Liner  
Section





## Continuous and segmental Sliplining

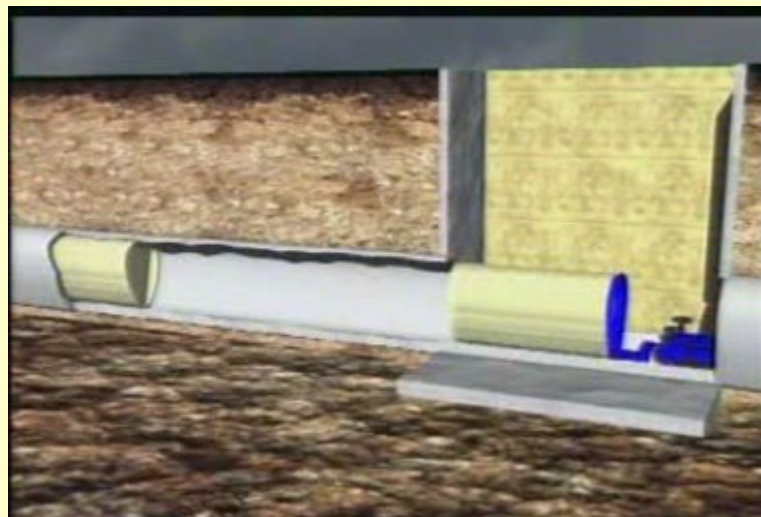
### GRP LINING

Insertion of GRP section. Ideal for mid range diameters where a reduction in diameter is Permissible and length is less.

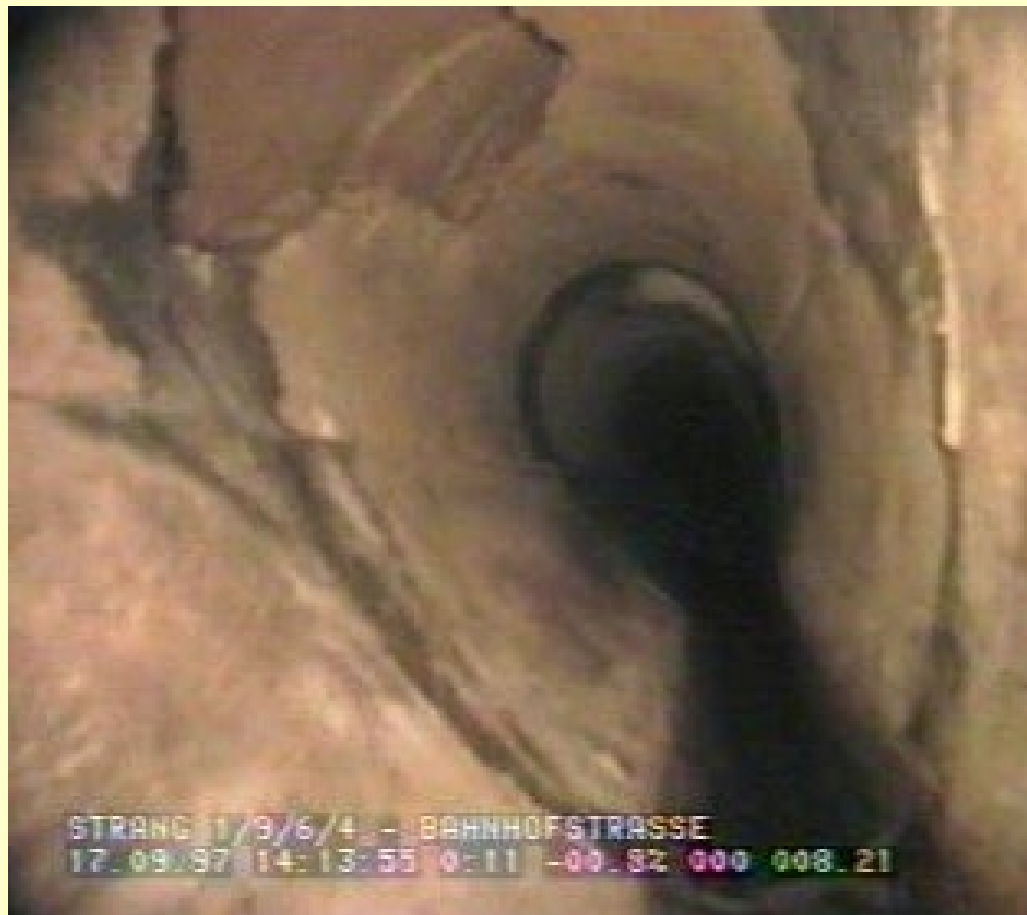
#### LIMITATIONS: -

- Require large excavation pits for “Entry”.
- Moulding and production of sections requires an extended lead time.
- Installation can be a time consuming procedure.
- Relatively Expensive.

## Continuous and Segmental Sliplining



## راندن پوششهای پیوسته و قطعات لوله



## Spirally Wound Linings

## پوششهای نواری مارپیچ





## **UPVC SPIRAL LINING:**

**Leading man entry Technology with UPVC spiral wound liner.**

**It is fast, economic, accommodates any shape and size of drain and provides a permanent structural repair.**

### **LIMITATIONS:**

**Can be installed above 900 mm. dia. only.**

# START OF LINING



# INSERTING UPVC COIL



# COIL FED THROUGH MAN-HOLE



# COIL ENTERING



# LINING IN PROGRESS



# POSITIONING OF PANELS BY JOINTING STRIP



## CONTINUATION OF NEXT COIL



# OPENING AT MAN-HOLE



# ACCESS THROUGH LINED MAN-HOLE



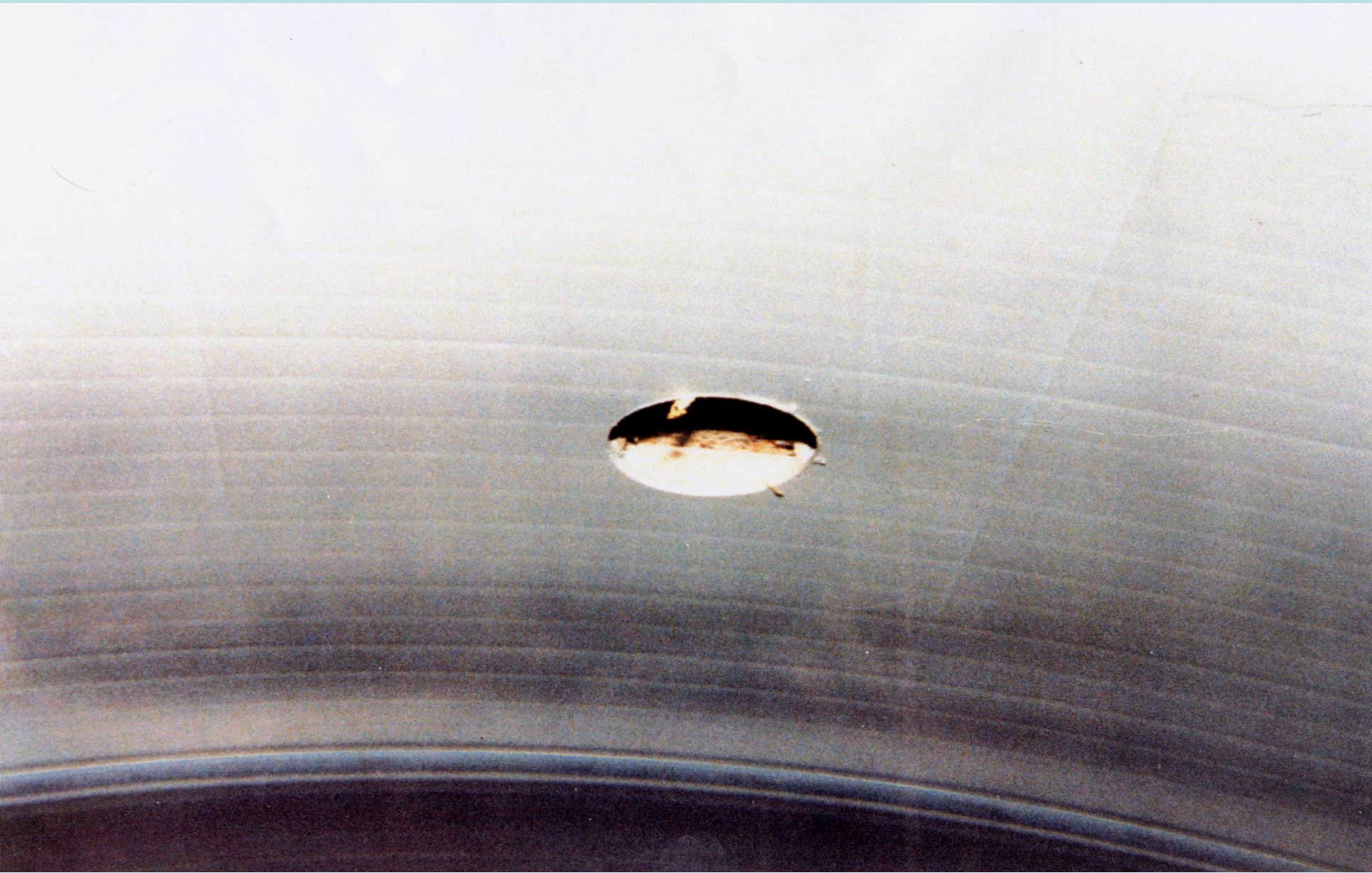
# VIEW BEFORE GROUTING



# DRILLING HOLES FOR GROUTING



# HOLE FOR GROUTING



# GROUTING IN PROGRESS



# PLUGGING THE GROUT HOLE



# CROSS-SECTION OF GROUT BEHIND COIL



# GROUT FILLING A CRACK BEHIND LINER



**BEFORE**



**AFTER**



# BEFORE



# AFTER



# VIEW AFTER COMPLETION OF LINING



# 4 X 6 MTRS. ARCH DRAIN



# 4 X 6 MTRS. ARCH DRAIN



# 3 MTRS. DIA. CONCRETE DRAIN



# 4 MTRS. DIA. RCC CULVERT



## 2.5 MTRS. DIA. CONCRETE PIPE



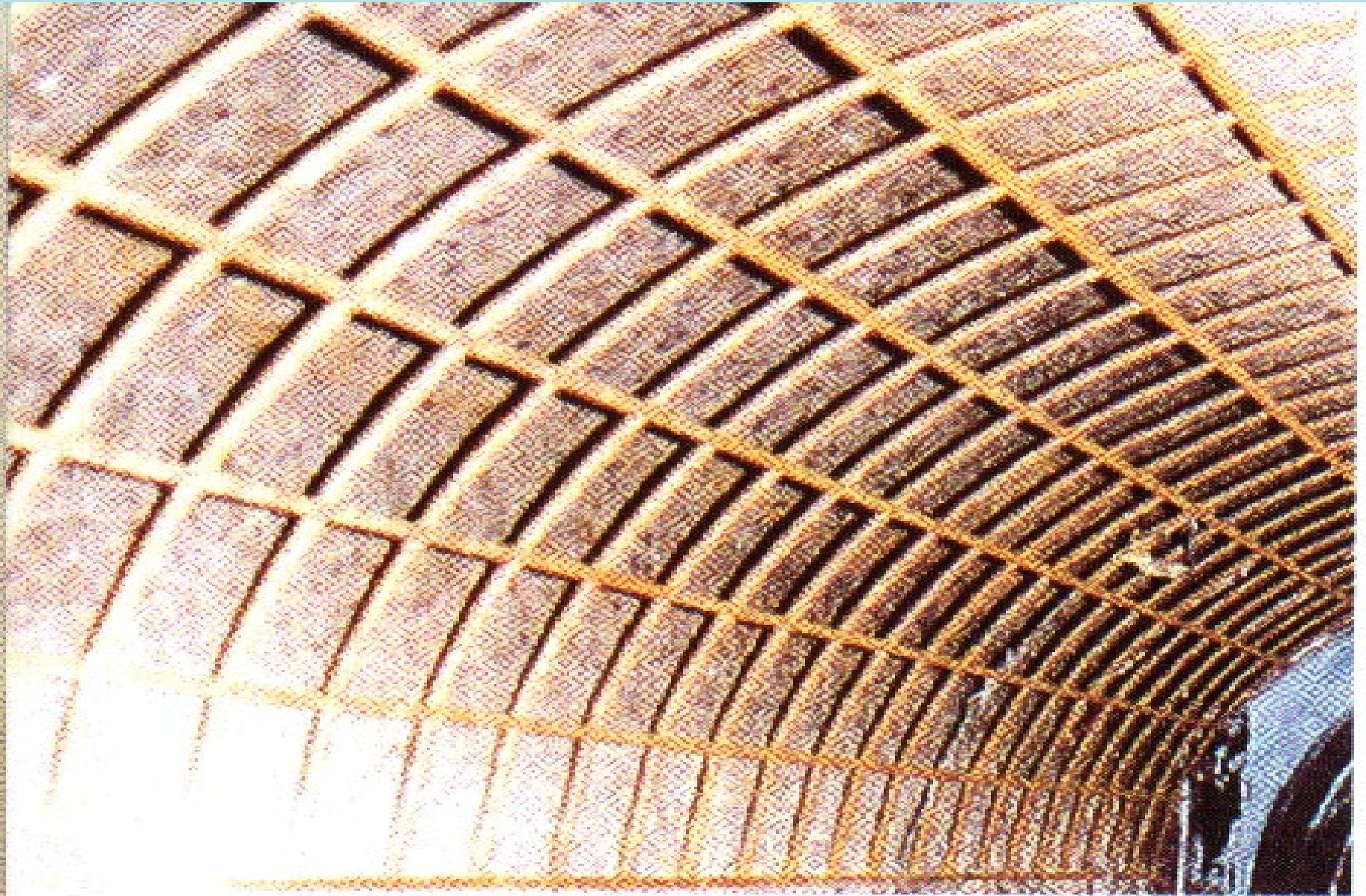
# PRE-FABRICATED STEEL REINFORCEMENT



# PRE-FABRICATED UPVC REINFORCEMENT



# CONVENTIONAL REINFORCEMENT



# LINING ON CONVENTIONAL REINFORCEMENT





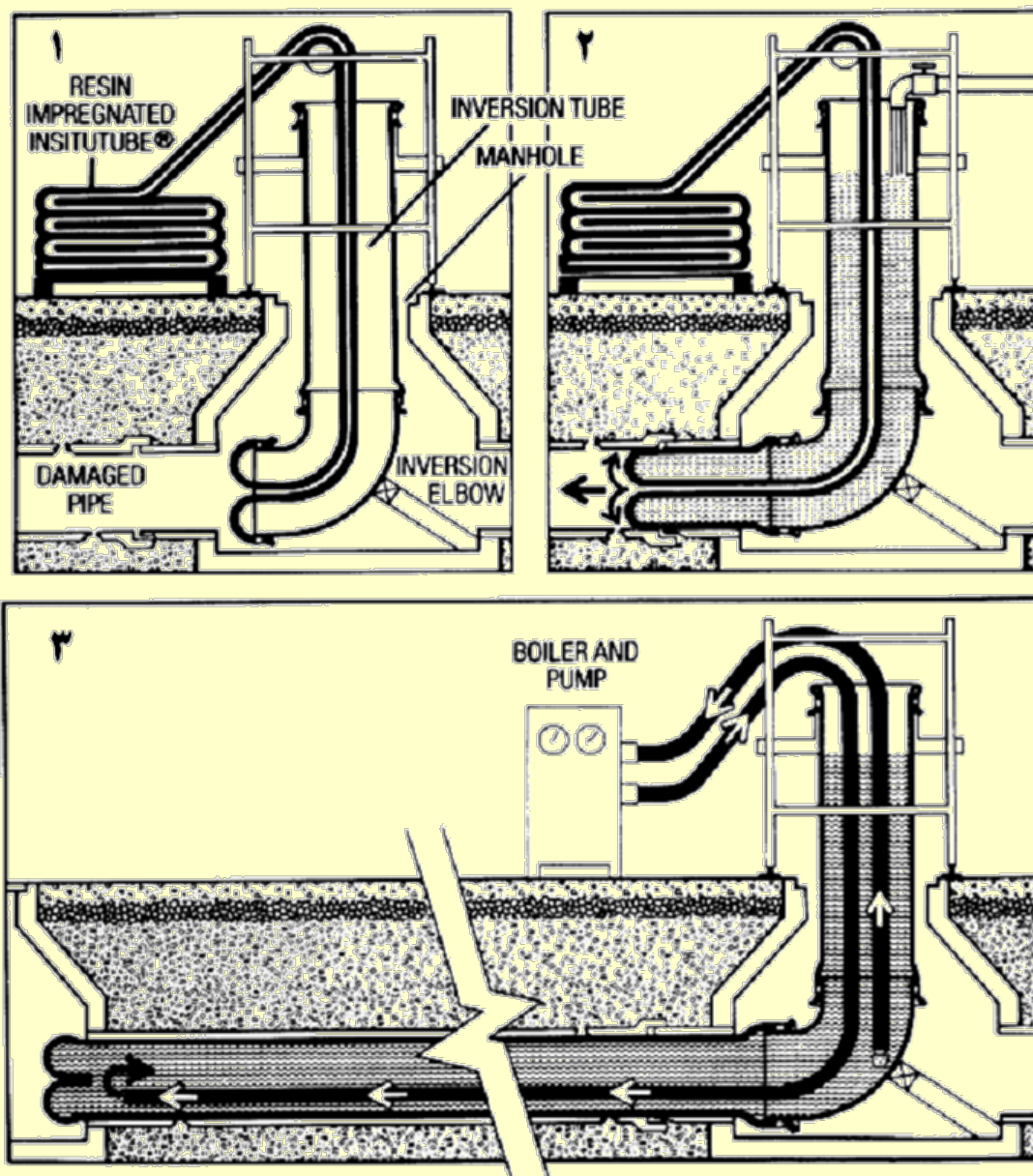
پوششهای نواری مارپیچ (ادامه)

Spirally Wound Linings



## CIPP (Cured In Place Pipe)

پوششهای عمل آوری شده در محل



**CIPP (Cured In Place Pipe)**

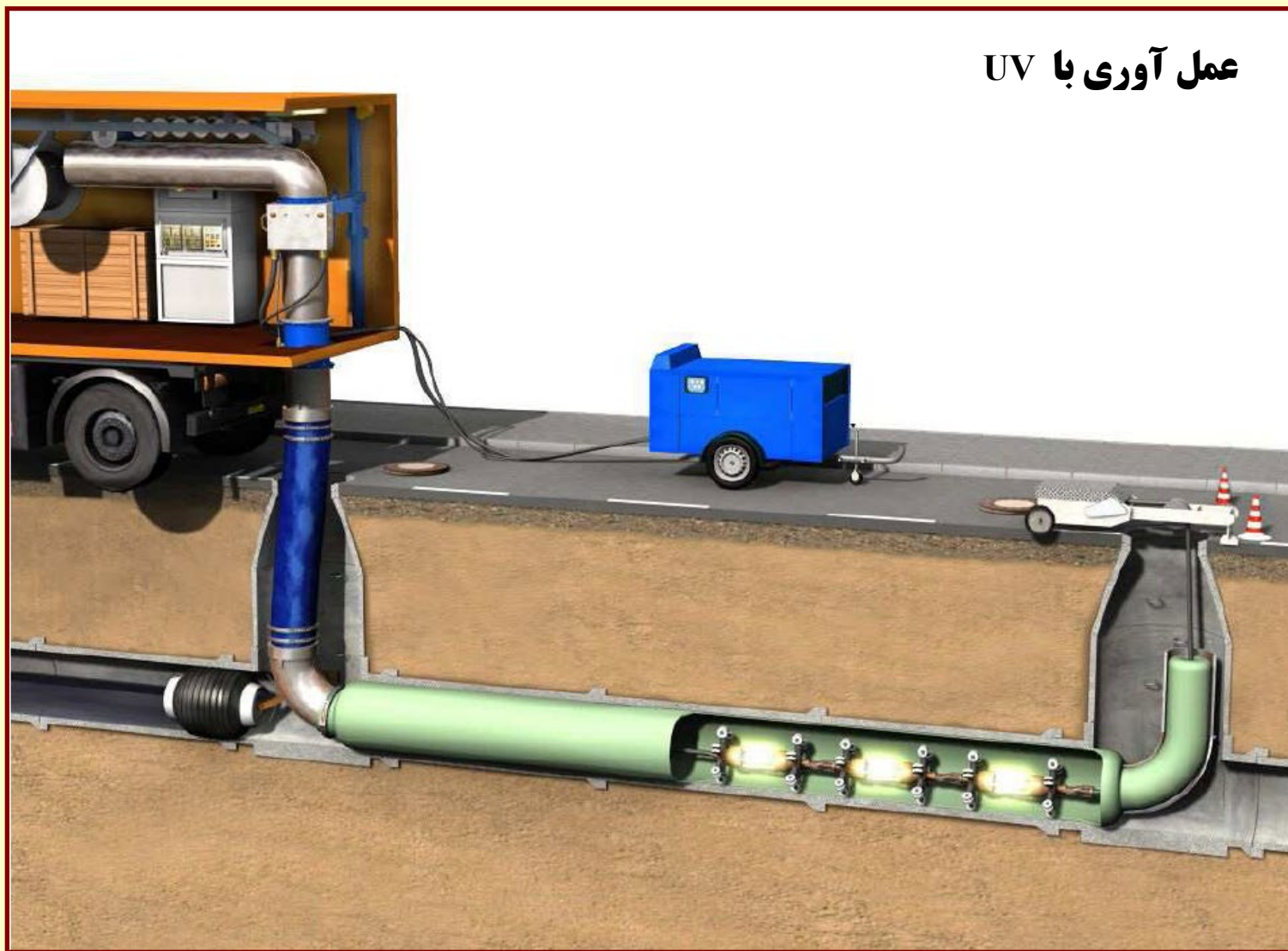
**پوششهای عمل آوری شده در محل**

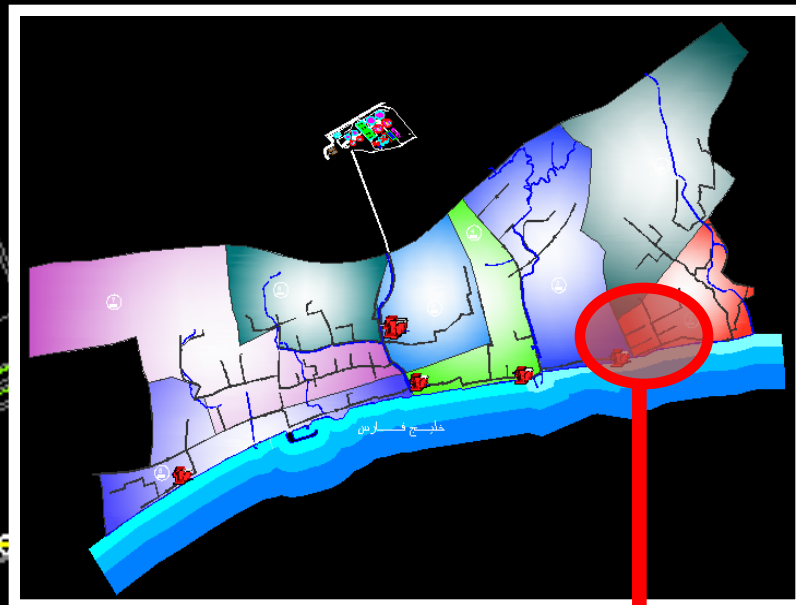
**Cured in  
Place Pipe  
(CIPP)**

## CIPP (Cured In Place Pipe)

## پوششهای عمل آوری شده در محل

عمل آوری با UV





**محورهای انتخاب شده برای بهسازی**

مابقی خطوط فاضلابی و

محورهای انتخابی

# وضعیت شبکه در پایلوت انتخابی قبل از اجرای CIPP

محل پیش‌بینی شده  
برای انشعابات



خوردگی و بیرون زدگی سنگدانه‌ها (SAP)

badndar abbas s.adalat 1 A1-A2

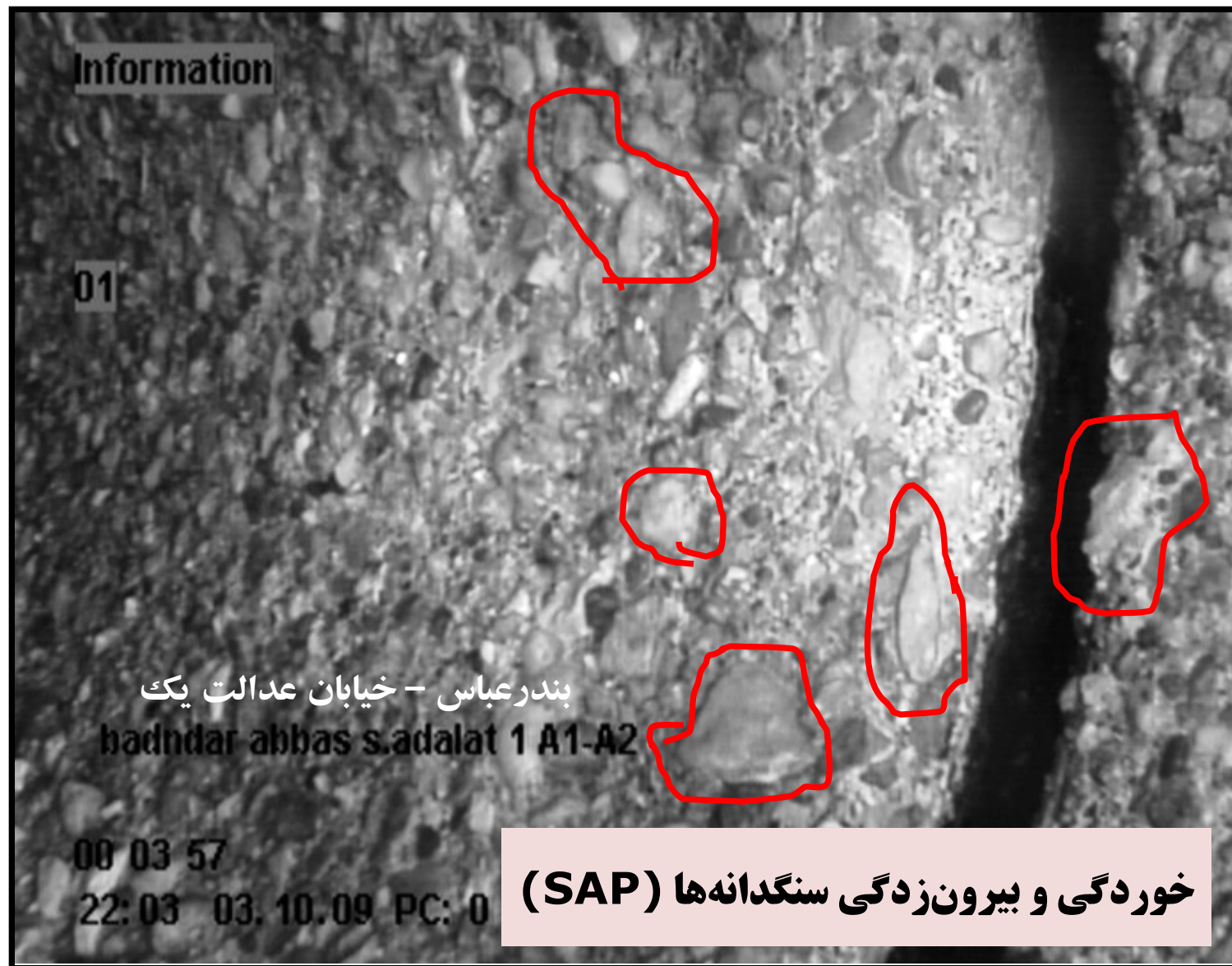
00 00 03

21:59 03.10.09 PC: 0

بندرعباس - خیابان عدالت یک

-1.3 % LC1: 000.20 m

# وضعیت شبکه در پایلوت انتخابی قبل از اجرای CIPP



# وضعیت شبکه در پیلوت انتخابی قبل از اجرای CIPP

اتصالات باز و فرسوده (OJ)

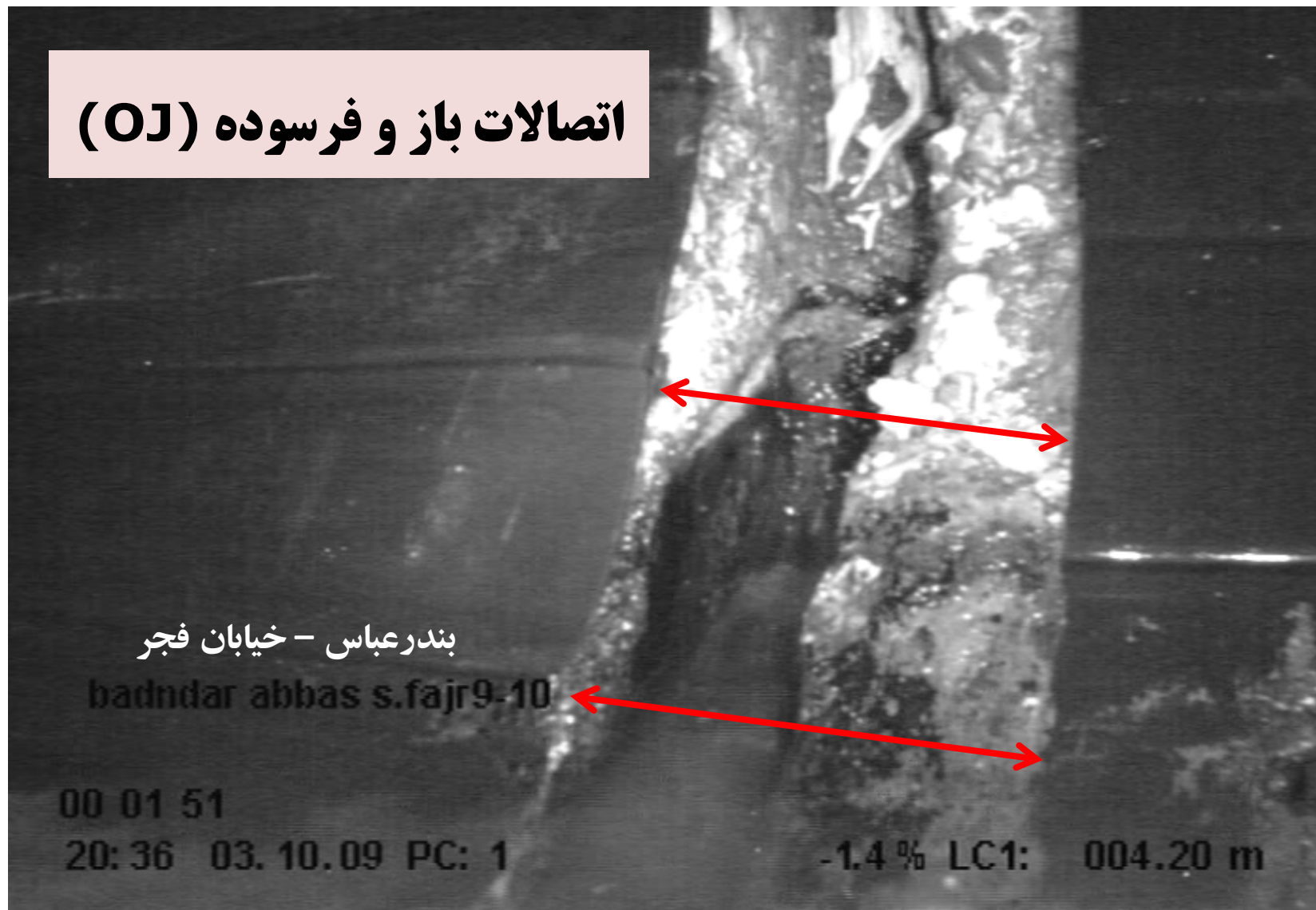
بندرعباس - خیابان فجر

badndar abbas s.fajr9-10

00 01 51

20:36 03.10.09 PC: 1

-1.4 % LC1: 004.20 m



# وضعیت شبکه در پایلوت انتخابی قبل از اجرای CIPP

ورود نشتاب به داخل لوله‌ها (I)

بندرعباس - خیابان فجر

badndar abbas s.fajr5-6

00 16 54

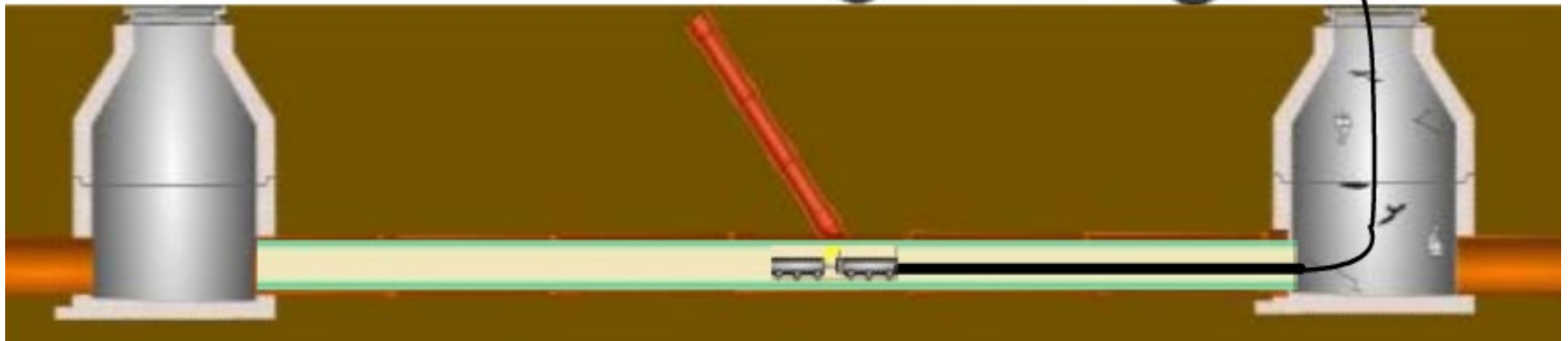
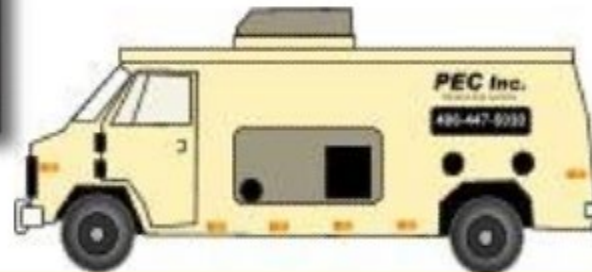
18:33 03.10.09 PC: 9

+00.8 % LC1: 059.70 m

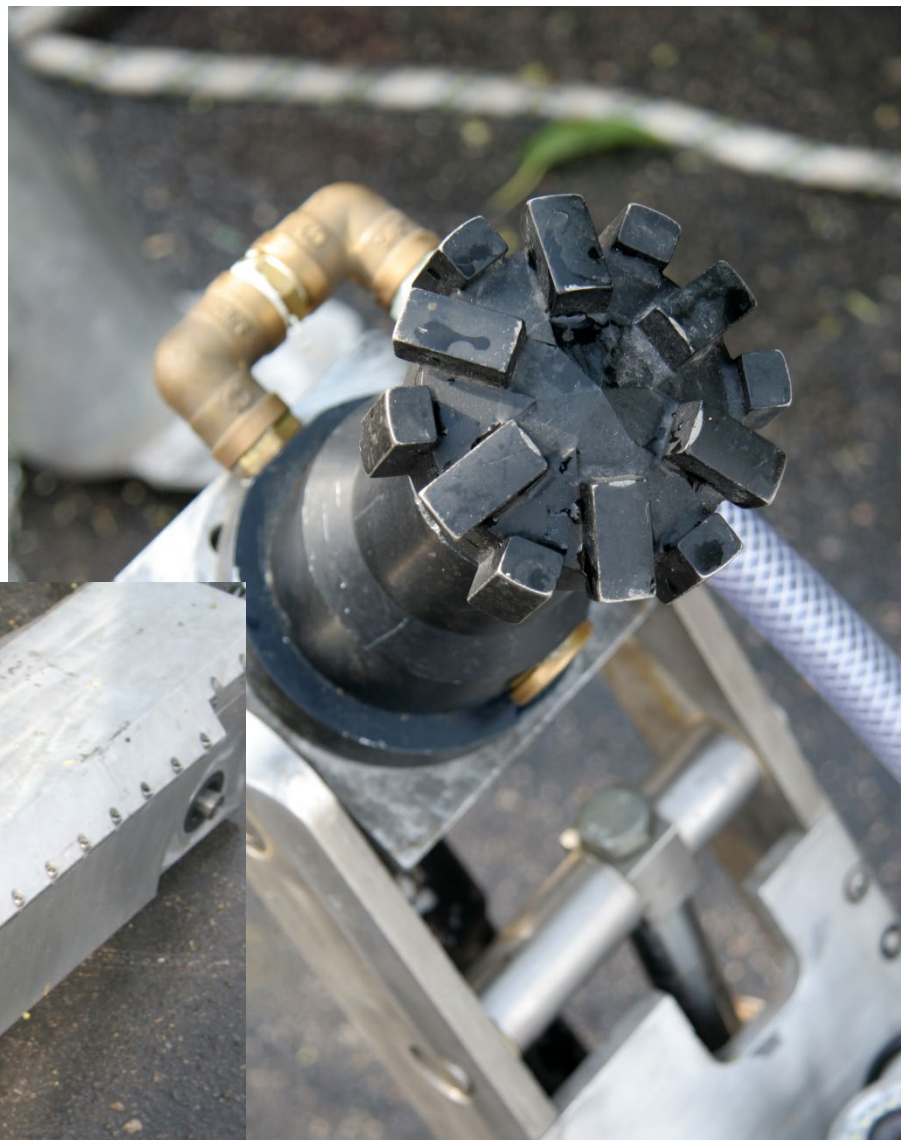
# عمل آوری رزین با اشعه UV در پایلوت بندرعباس



# بازگشایی انشعابات



**روبات بازگشایی انشعابات  
در پروژه بهسازی  
فاضلابروهای بندرعباس**



# هدایت روبات بازگشایی انشعابات در پروژه پایلوت بندرعباس



**بازرسی شبکه با دوربین  
CCTV در پروژه پایلوت  
بندر عباس**





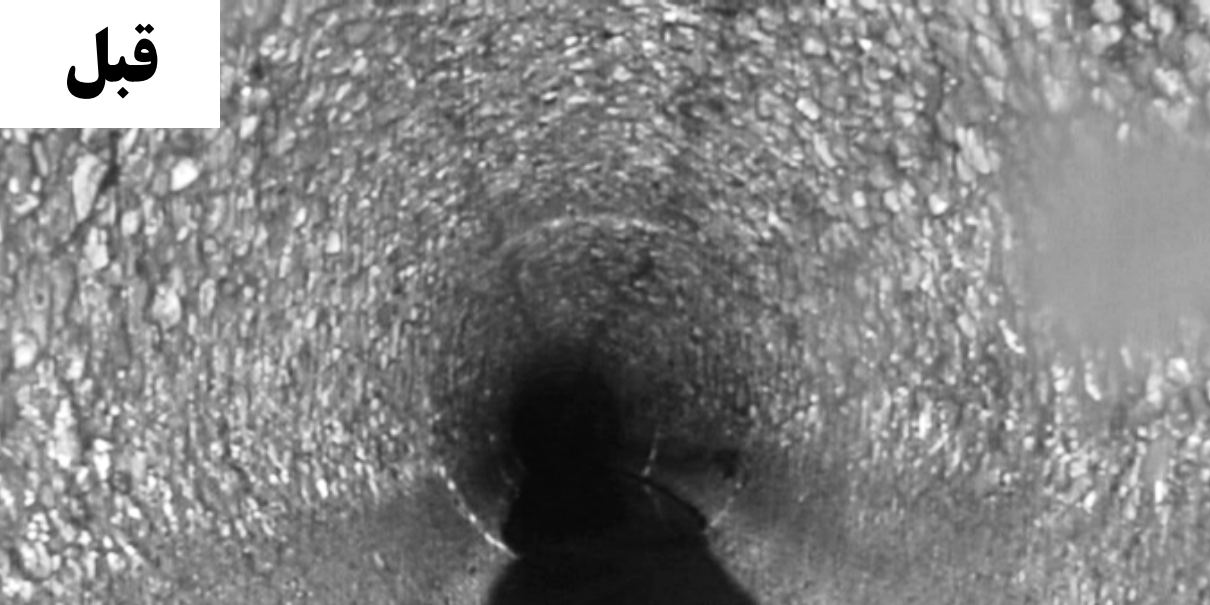
قبل از عملیات



بعد از عملیات



قبل



## عملیات بهسازی در پروژه پایلوت بندرعباس

بندرعباس - خیابان عدالت یک

badndar abbas s.adalat 1 A1-A2

00 09 14

22:08 03.10.09 PC: 4

+00



بندرعباس - خیابان عدالت یک

بعد

# Introduction to Replacement Methods



# Replacement

## Trenchless Methods

### Online Replacement

Pneumatic pipe bursting

Hydraulic pipe bursting

Static pipe bursting

Pipe Eating

### Off-line Non Steerable

Impact Moling Pneumatic

Impact moling Hydrualic

Pipe ramming

Auger Boring

### Offline Steerable

Guided Auger Boring

Horizontal Directional Drilling

Pipe jacking

Micro Tunneling

## Open Trench Methods

### Semi Open Trench

Shoring and Trench box

Concrete Sheet pile

Sheet Pile

Mole Ploughing

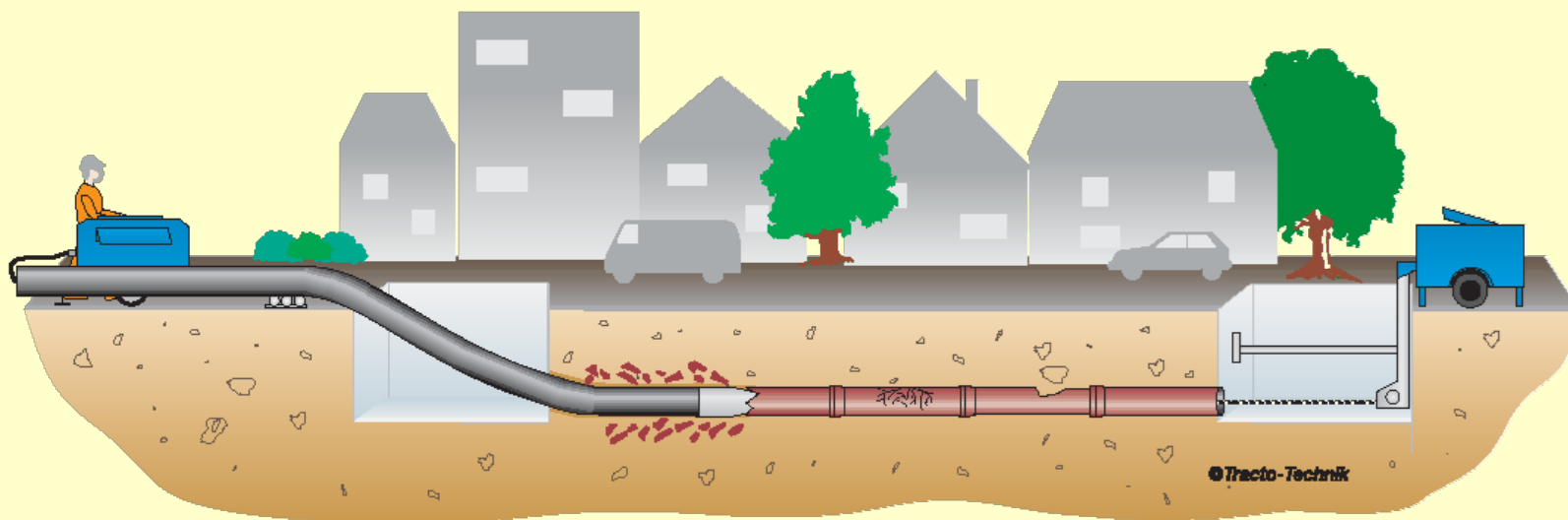
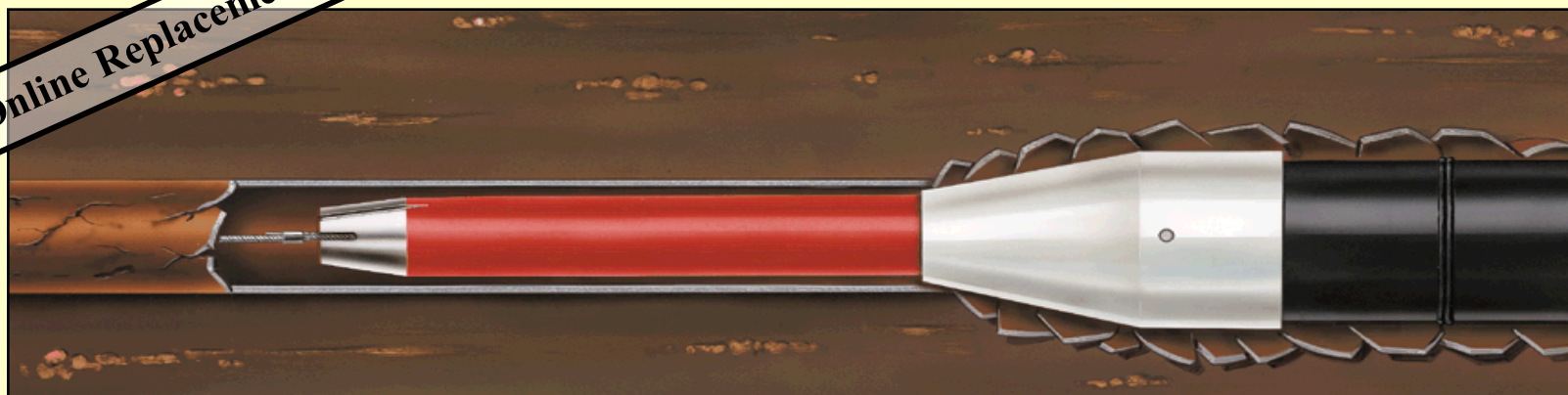
### Open Trench

Conventional Trench

# Pipe Bursting

شکافت لوله

Online Replacement



# Pipe Eating

Online Replacement



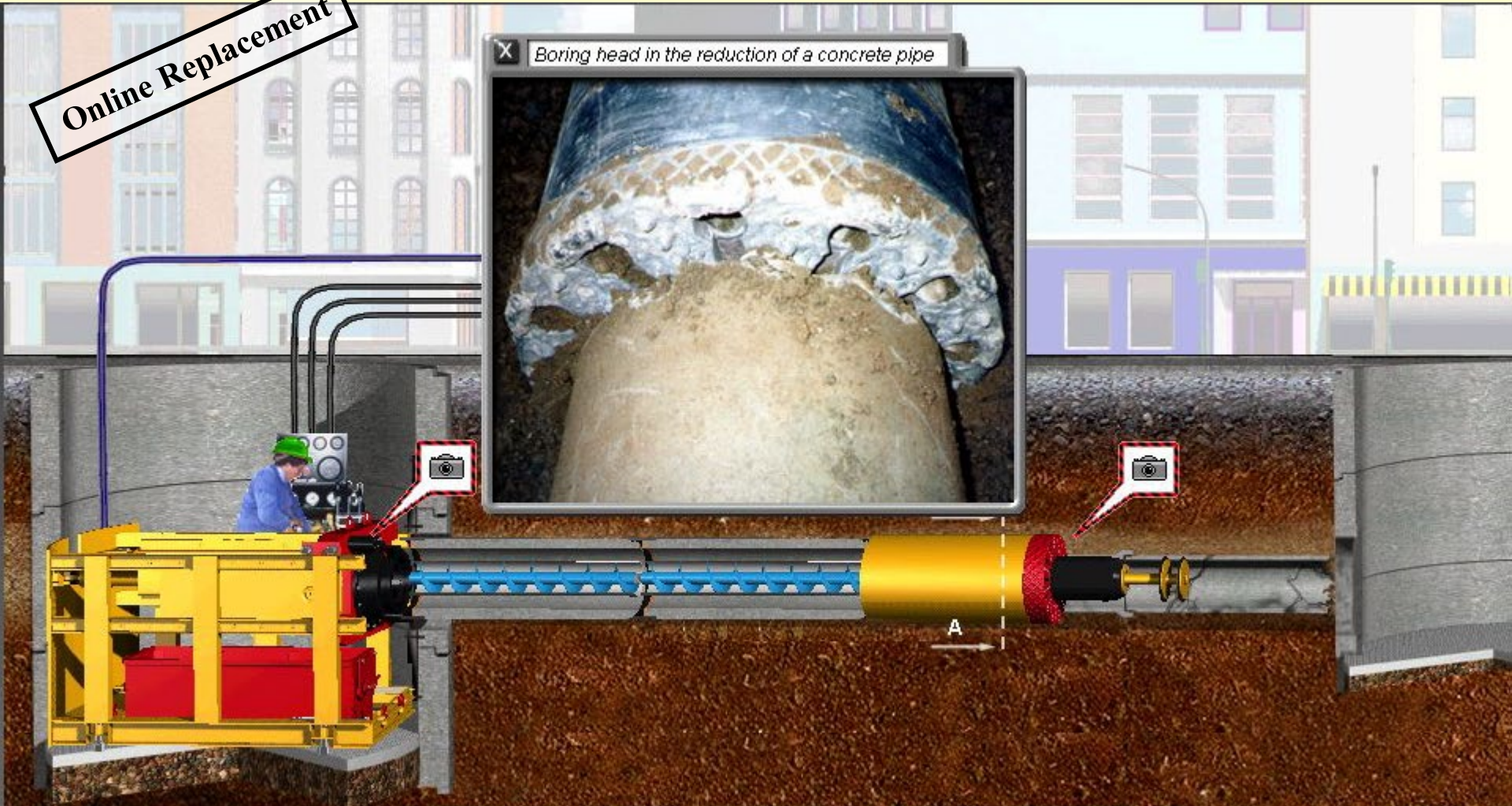
# Pipe Eating

Online Replacement



# Pipe Eating

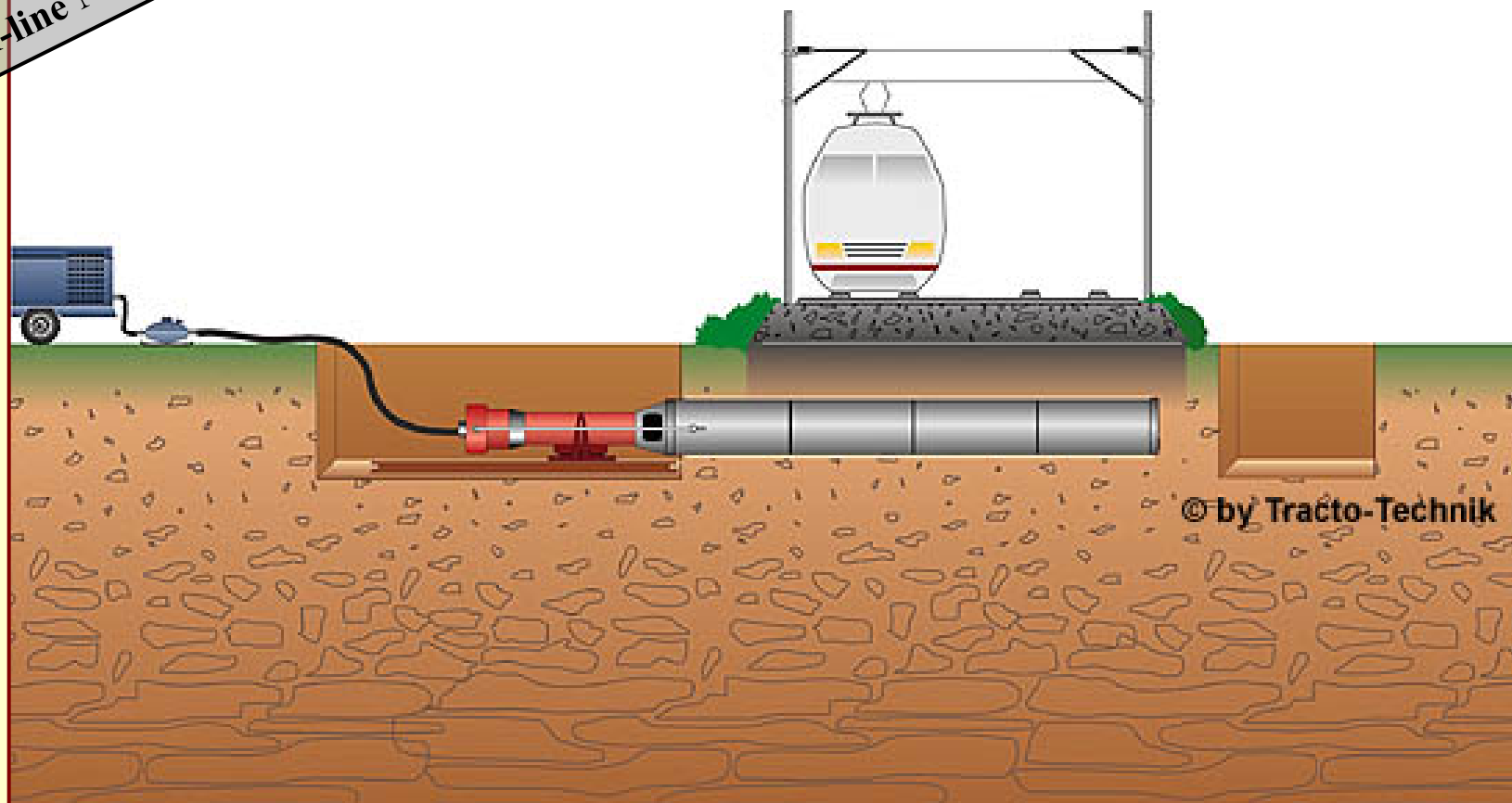
Online Replacement



# Pipe Ramming

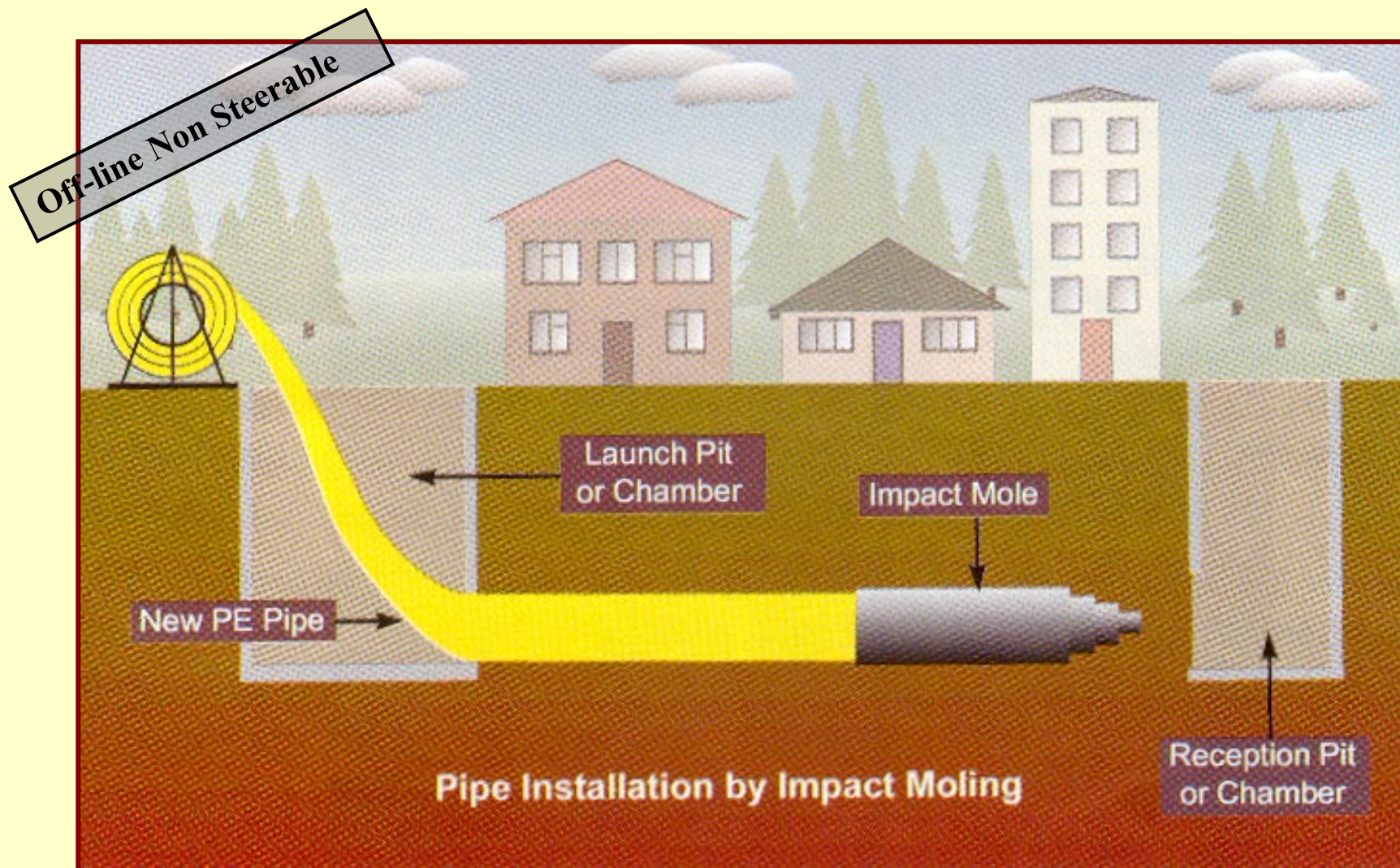
کوبش لوله

Off-line Non Steerable



## 4-4- Impact Moling

۴-۴ – موشکهای کوبشی



## 4-5- Horizontal Directional Drilling

۴-۵ – حفاری هدایت شونده موسوم به HDD



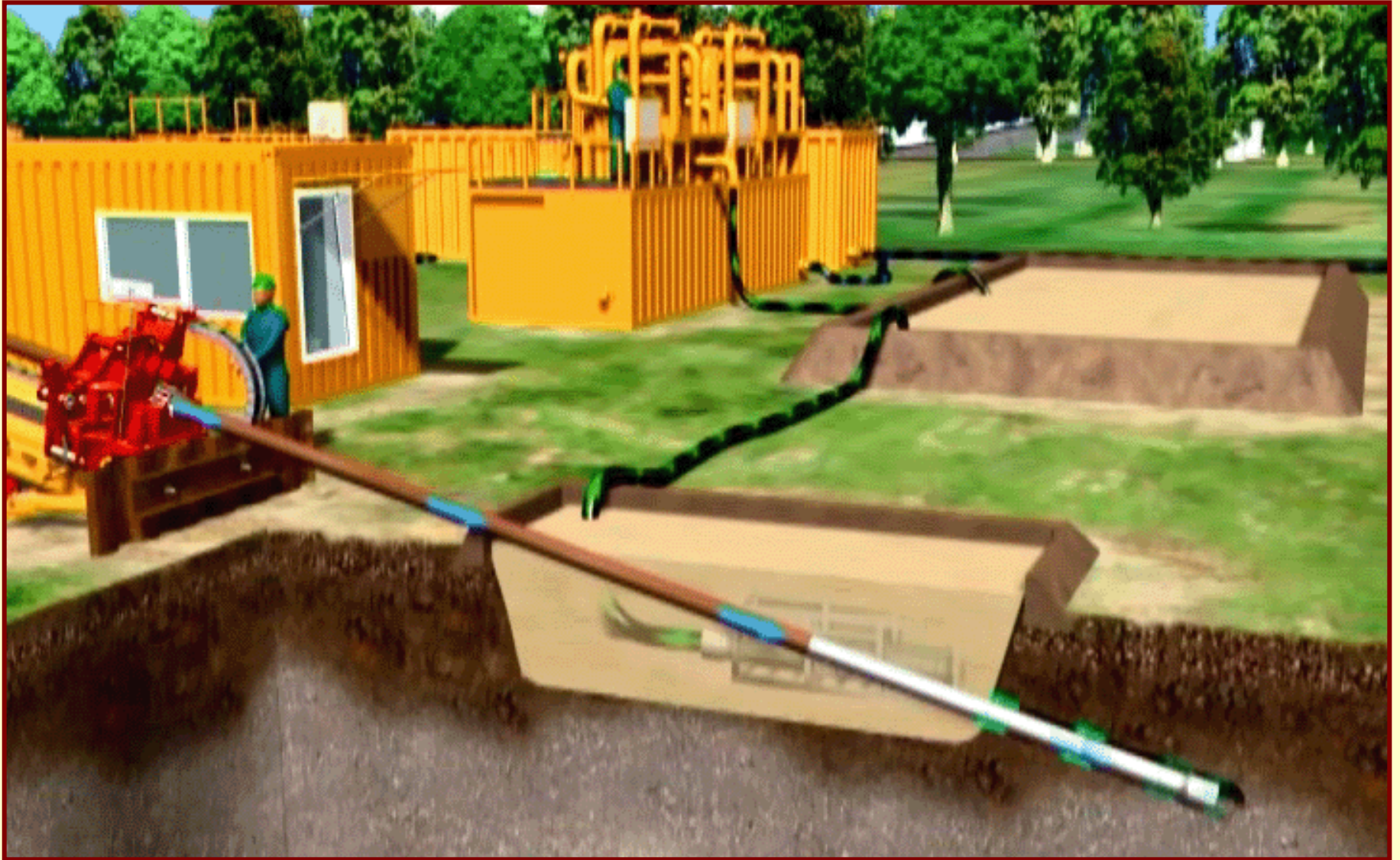
## سکوی حفاری روی تریلر در حال نصب



## انواع متعارف برقو های مورد استفاده



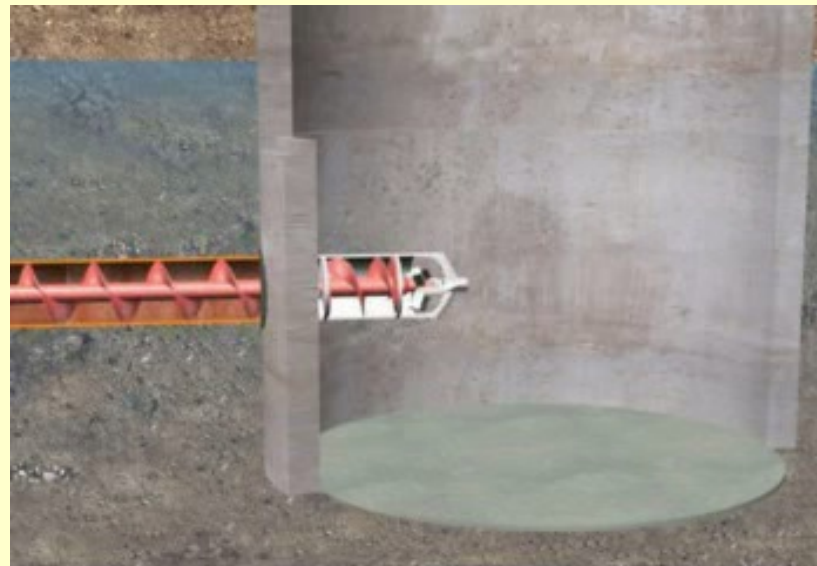
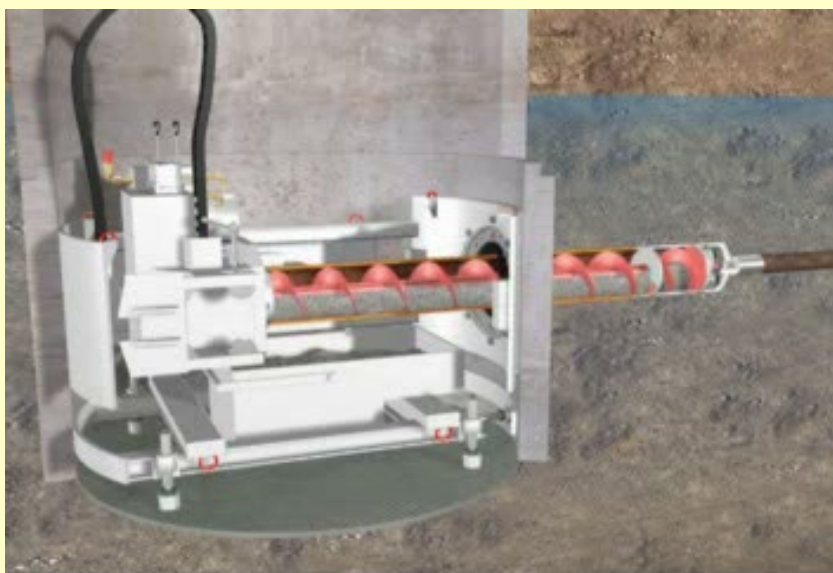
# شفت ابتدایی و سیستم برگشت گل



## 4-6- Guided Auger

Offline line steerable

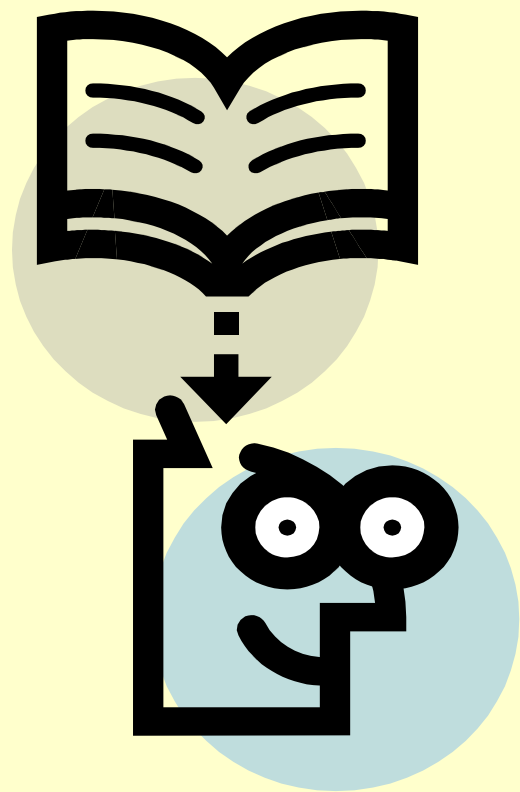
۴-۶ – اوگر هدایت شونده



## 4-7- Microtunneling

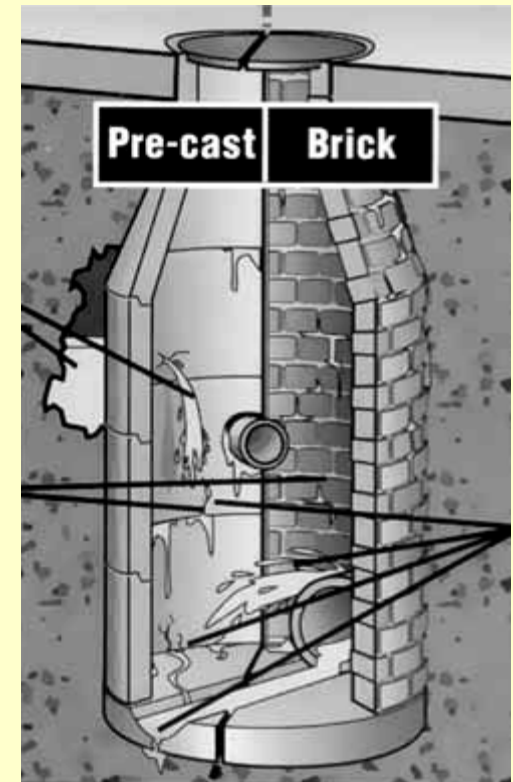
۷-۴ – میکروتونلینگ





## ۱-۵- شاخصهای مربوط به قابلیت کاربرد روشهای بهسازی

# قابلیت کاربرد برای آد مروها و انشعابات



انشعابات

آد مروها

فاضلابروها



# قطر فاضلابرو موجود



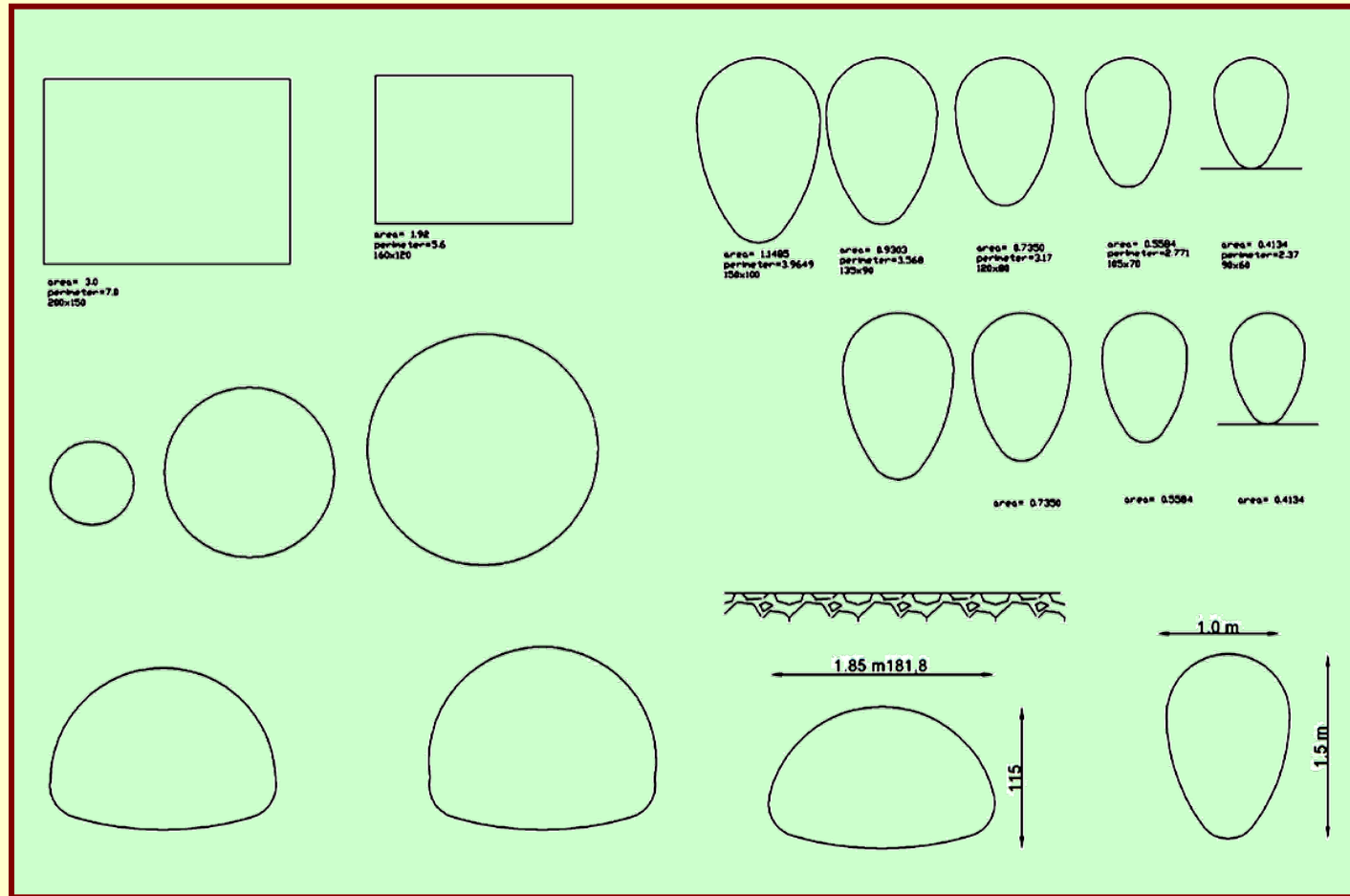
قطر فاضلابرو موجود

min

max



# شکل و قابلیت بازدید از شبکه



## شکل و قابلیت بازدید از شبکه

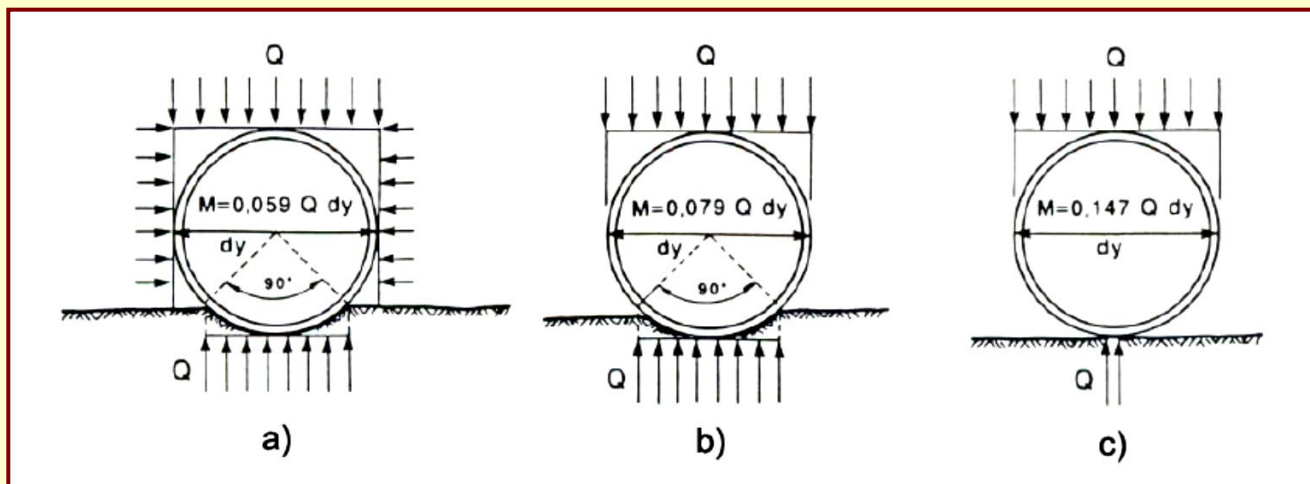
|               |           |              |          |
|---------------|-----------|--------------|----------|
| Non man Entry | Man entry | Non-circular | circular |
|---------------|-----------|--------------|----------|



# سازگاری جنس فاضلابرو موجود با روش بهسازی



# توانایی بهسازی سازه‌ای و آبنندی فاضلابرو



| توانایی بهسازی |         |
|----------------|---------|
| آبنندی         | سازه‌ای |



## قطر و سطح مقطع بعد از بهسازی



قطر و سطح مقطع بعد از بهسازی

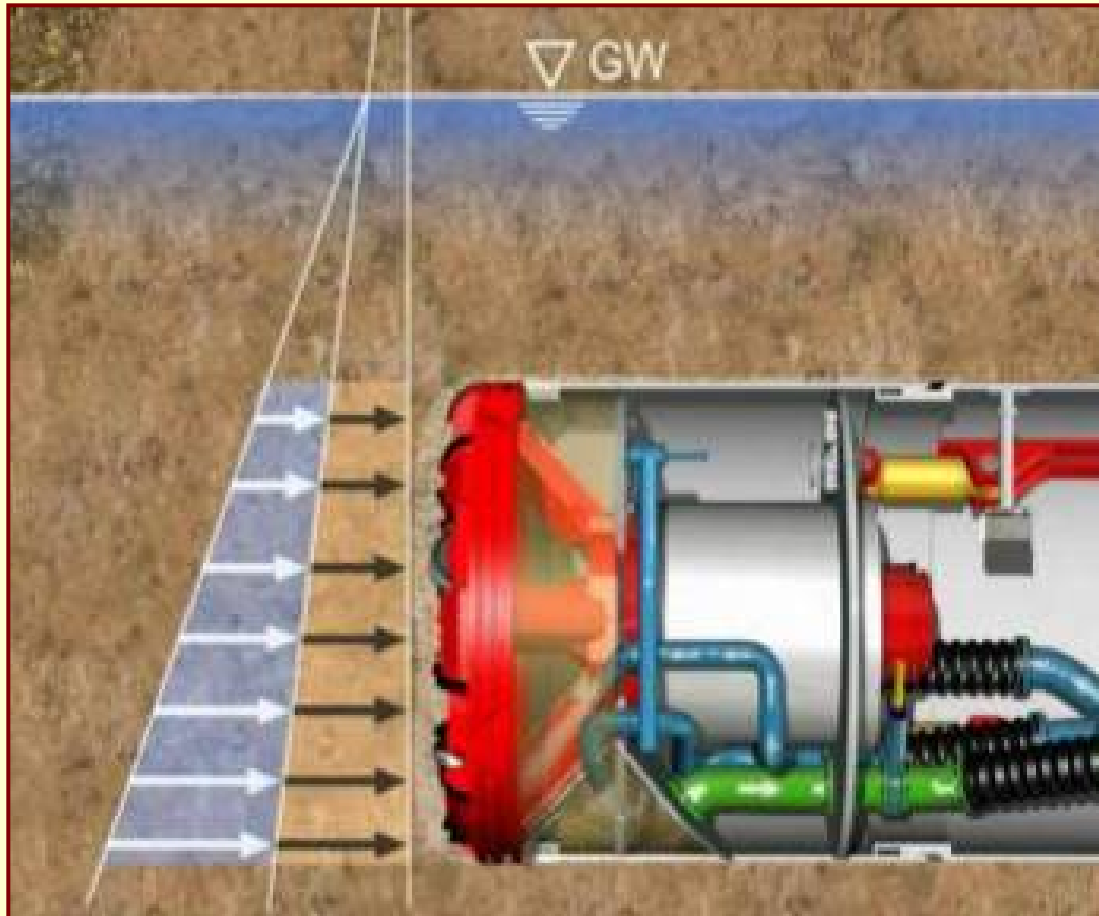
کاهش یافته

بدون تغییر

افزایش یافته



# قابلیت کاربرد زیر سطح آب زیرزمینی



قابلیت کاربرد زیر سطح آب زیرزمینی

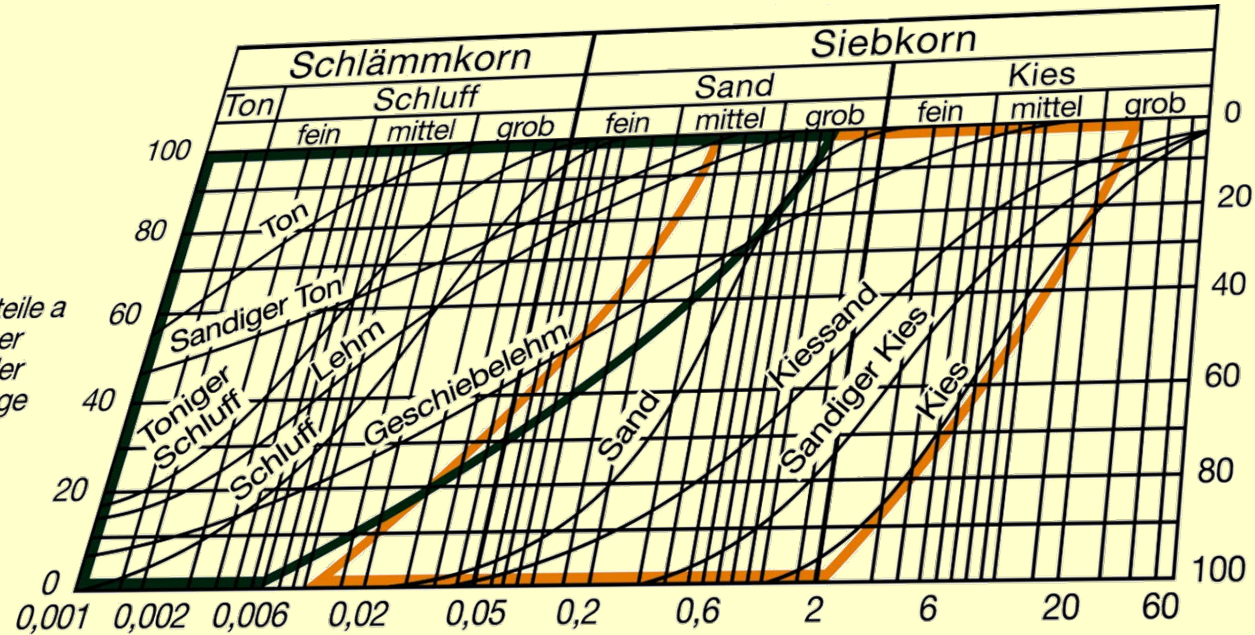
خیر

بلی



# تناسب نوع خاک

Massenanteile  $a$   
der Körner  
<  $d$  in % der  
Gesamtmenge



Korndurchmesser  $d$  (mm)

Kornverteilungslinien verschiedener Lockerböden

## تناسب نوع خاک

همه انواع خاک

سخت

متوسط

نرم



## فضای کاری مورد نیاز

کوچک، برای فضای لازم به میزان کمتر از ۱۰۰ مترمربع

متوسط، برای فضای لازم بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ مترمربع

بزرگ، برای فضای لازم بین ۳۰۰ تا ۸۰۰ مترمربع

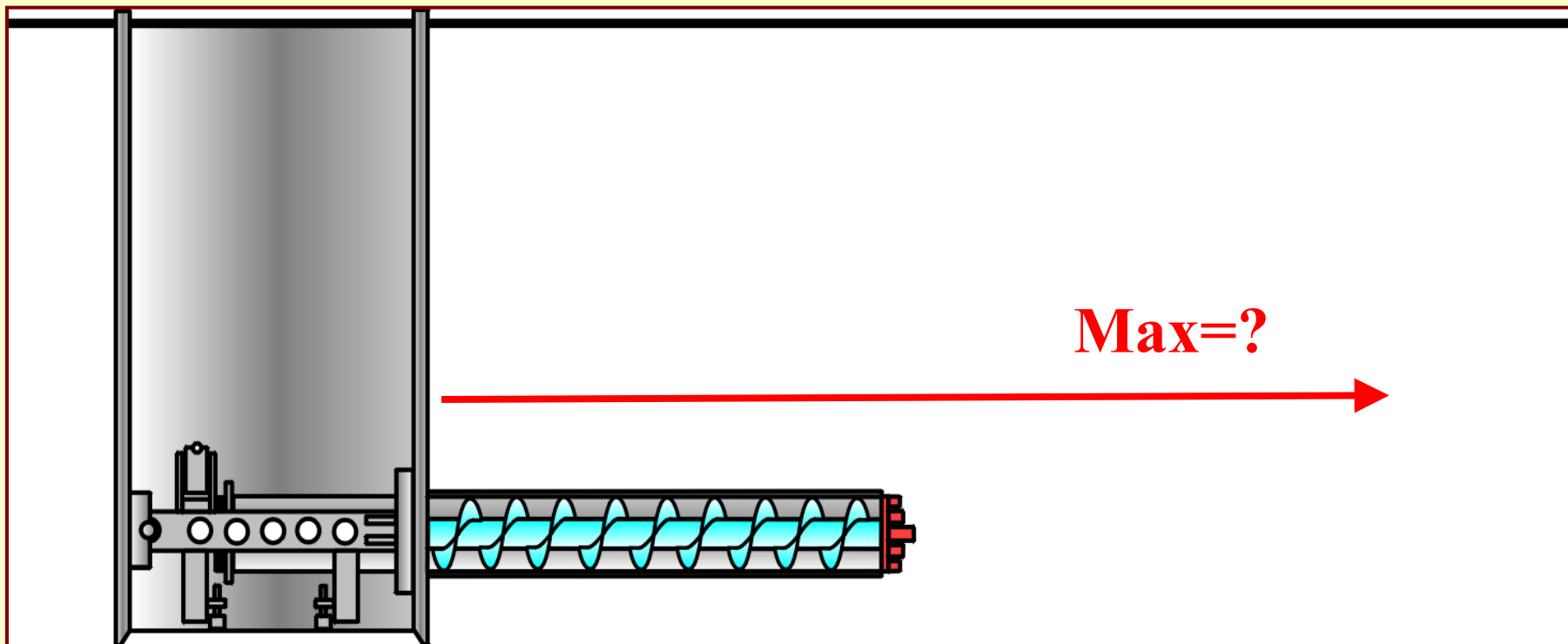
کل طول خط، برای فضایی لازم بیش از ۸۰۰ مترمربع و یا روشهای ترانسه باز



## **۲-۵- شاخصهای مربوط به عملکرد روشهای بهسازی**

---

## بیشترین طول قابل اجرا از محل استقرار

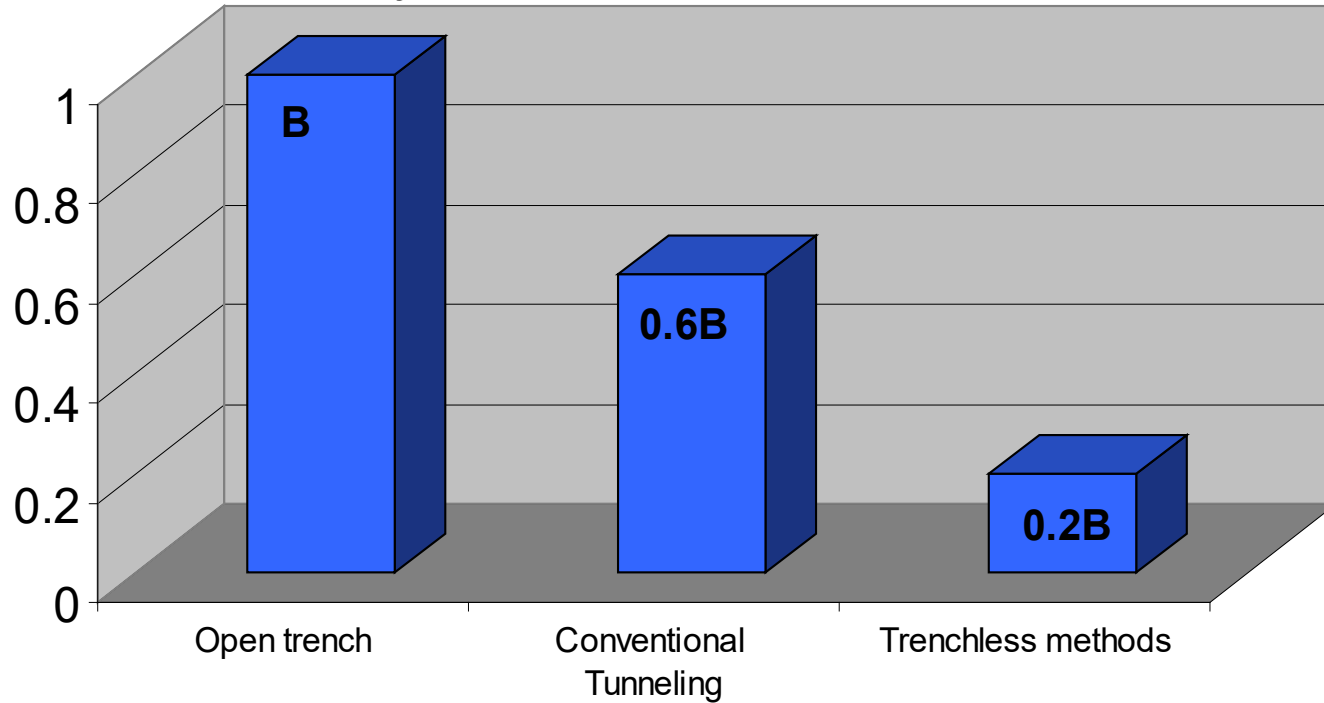


| بیشترین طول قابل اجرا از محل استقرار |         |
|--------------------------------------|---------|
| (m)                                  | نامحدود |



## راندمان

$m/day=?$



| راندمان     |           |
|-------------|-----------|
| شرایط مطلوب | شرایط سخت |

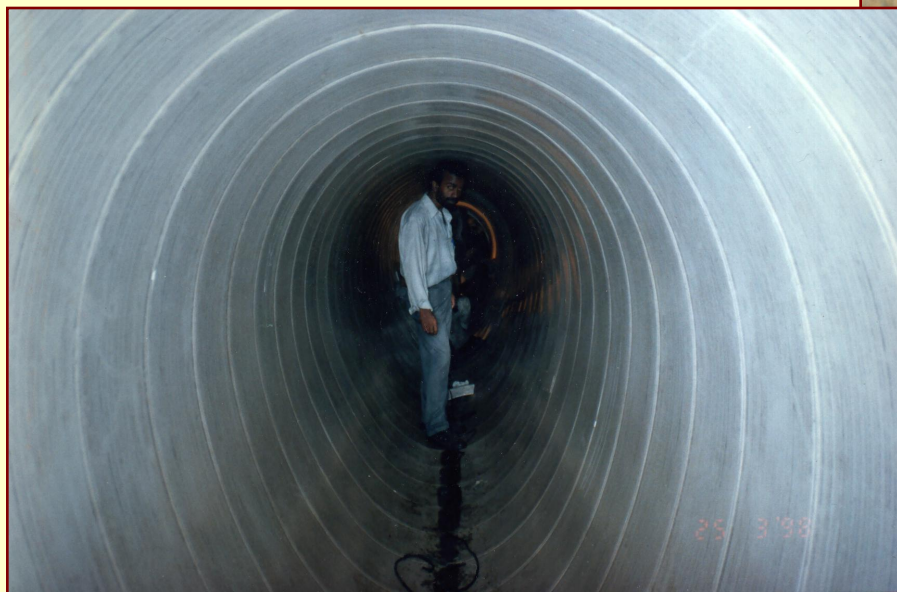
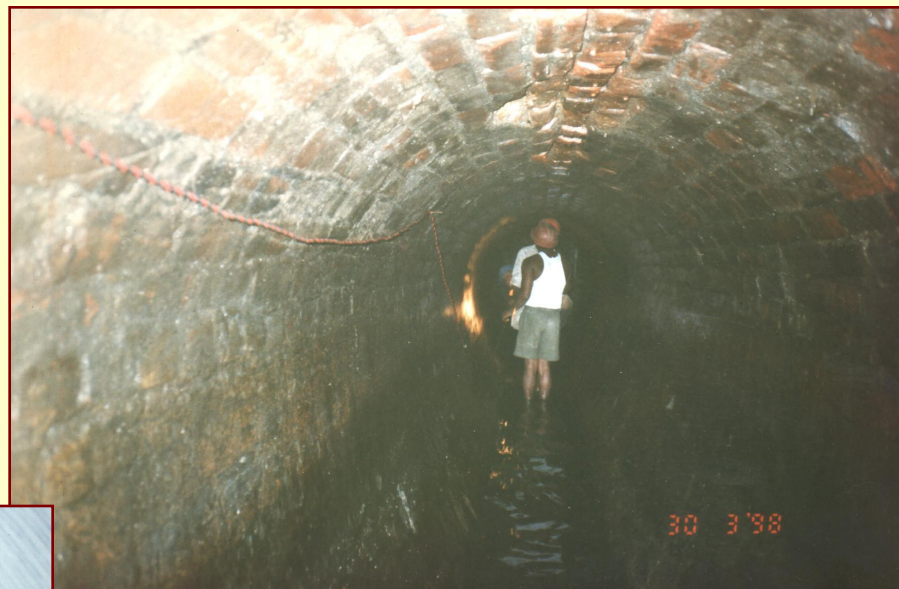
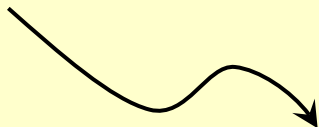


## جنس فاضلابرو جدید

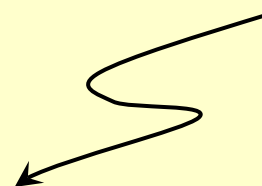
|    |                                 |    |                                     |
|----|---------------------------------|----|-------------------------------------|
| ۱  | سنگي                            | ۱۴ | PVC                                 |
| ۲  | آجري                            | ۱۵ | پلي اتيلني                          |
| ۳  | رسي                             | ۱۶ | رزین اپوکسي                         |
| ۴  | بتي                             | ۱۷ | رزین پلي استر                       |
| ۵  | بتن مسلح                        | ۱۸ | Polyester felt                      |
| ۶  | آزبست سيمان                     | ۱۹ | پلاستيکي مسلح به الياف فولادي (GRP) |
| ۷  | فروسيمان                        | ۲۰ | الياف شیشه                          |
| ۸  | سيماني مسلح به الياف شیشه (GRC) | ۲۱ | بتن پليمري (PRC)                    |
| ۹  | Grey cast iron                  | ۲۲ | basalte                             |
| ۱۰ | چدني شکل پذیر                   | ۲۳ | پلي پروپيلن (PP)                    |
| ۱۱ | فولادي                          | ۲۴ | همه انواع جنس ها                    |
| ۱۲ | فولادي زدننگ                    | ۲۵ | هيچ کدام از انواع جنس ها            |
| ۱۳ | پلاستيکي                        |    |                                     |

# عملکرد هیدرولیکی پس از بهسازی

قبل از بهسازی



بعد از بهسازی



عملکرد هیدرولیکی پس از بهسازی

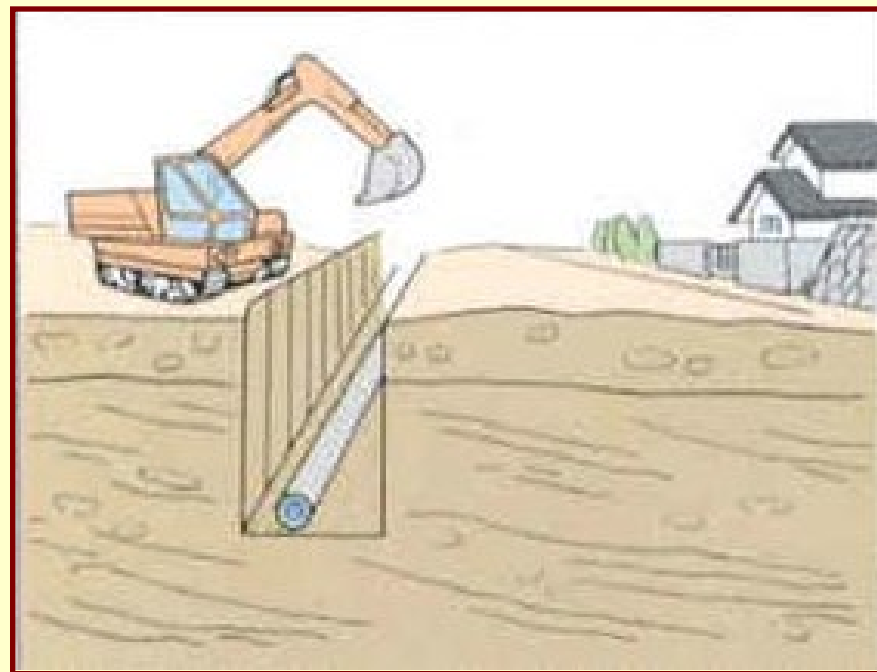
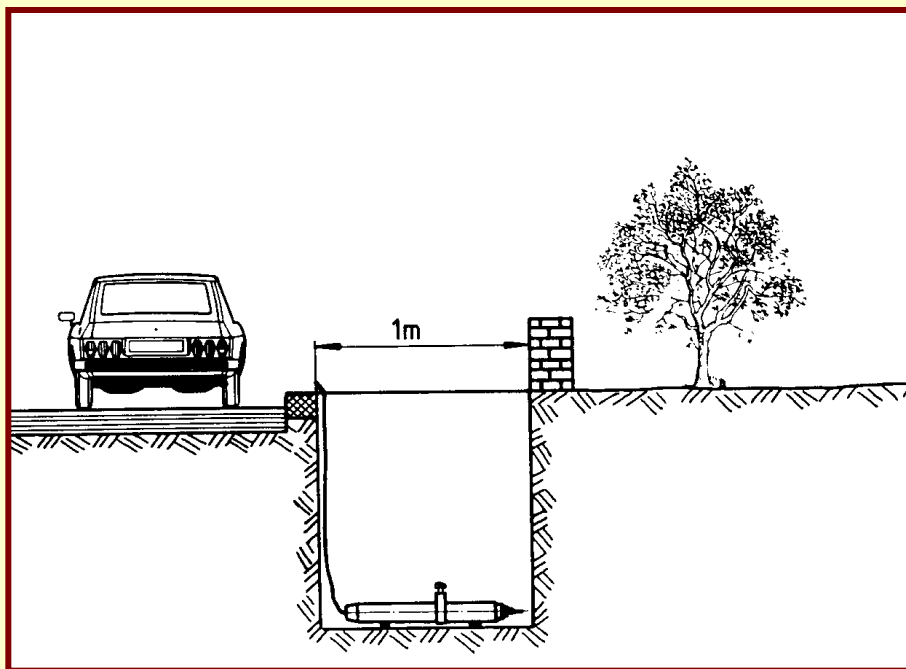
ارتقا

بدون تغییر

کاهش



# میزان حفاری مورد نیاز



## میزان حفاری مورد نیاز

حفر ترانشه

حفاری شفت

بدون حفر



# نیاز به شستشو قبل از کاربرد روش

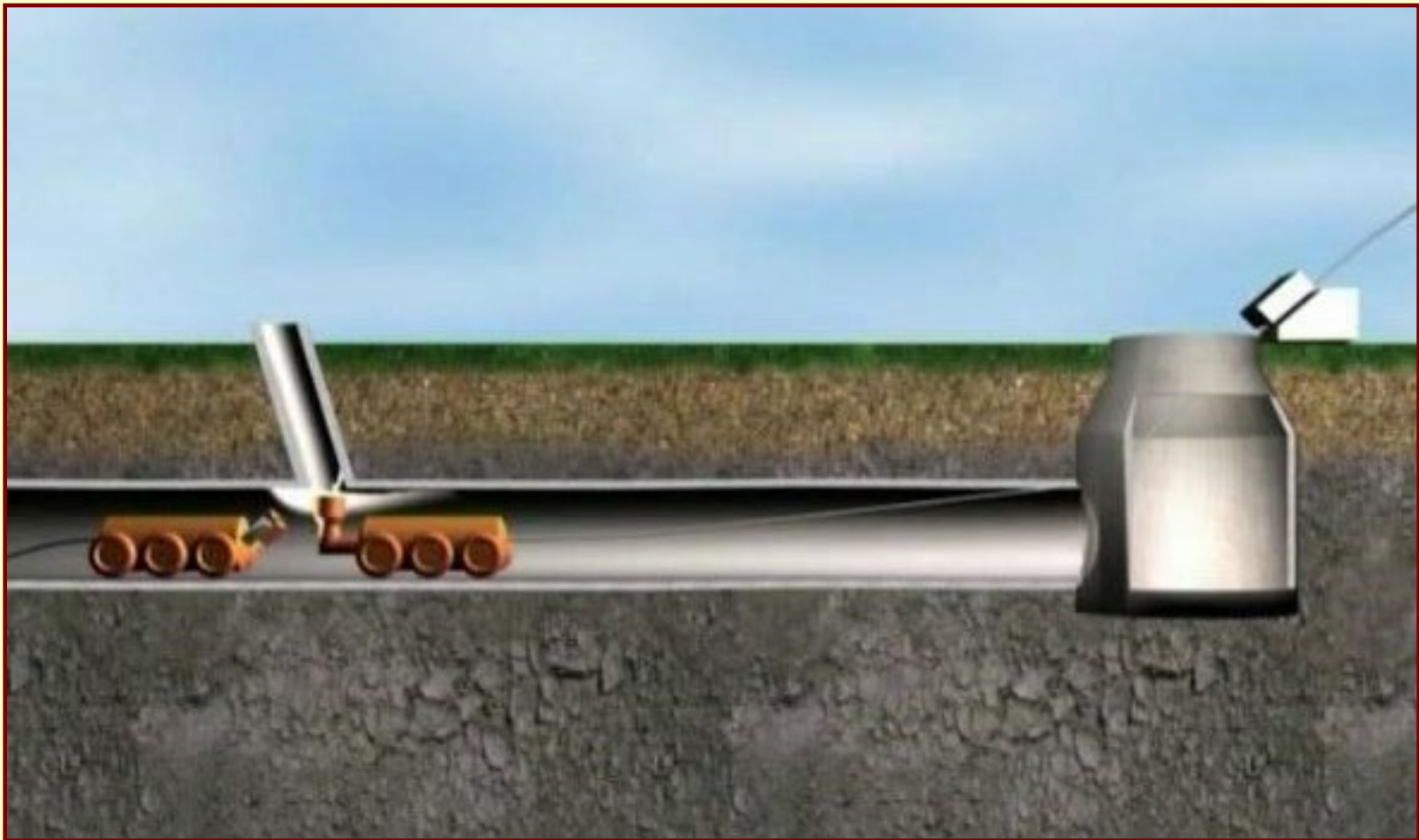


## نیاز به شستشو قبل از کاربرد روش

|                  |           |             |                 |
|------------------|-----------|-------------|-----------------|
| بی نیاز به شستشو | شستشوی کم | شستشوی زیاد | شستشو و خشک شدن |
|------------------|-----------|-------------|-----------------|



## نیاز به گشودن مجدد محل انشعابها



نیاز به گشودن مجدد محل انشعابها

خیر

بلی



# نیاز به حضور عوامل انسانی در زیر زمین



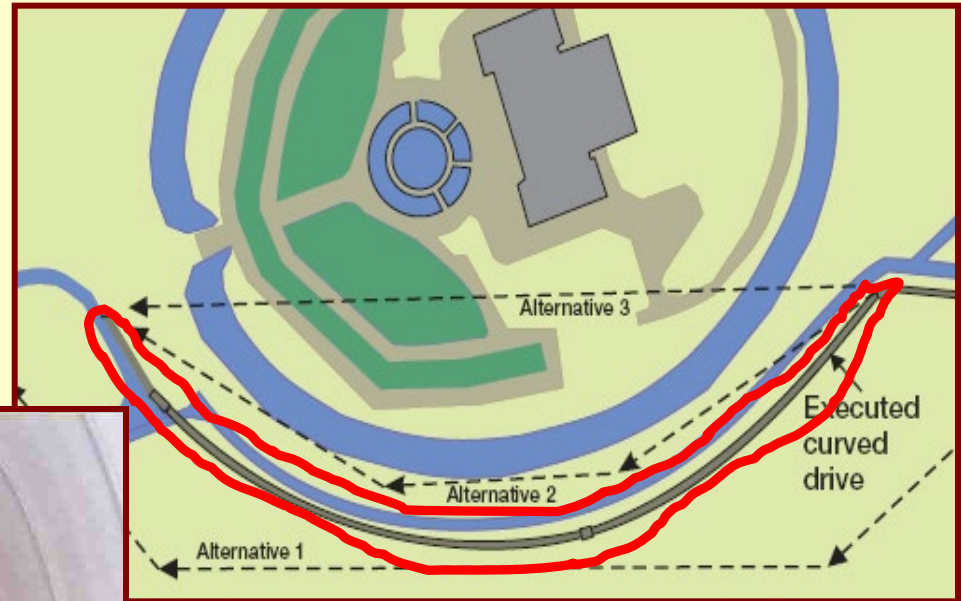
نیاز به حضور عوامل انسانی در زیر زمین

خیر

بلی



# قابلیت وجود انحنا در مسیر



قابلیت وجود انحنا در مسیر

خیر

بلی

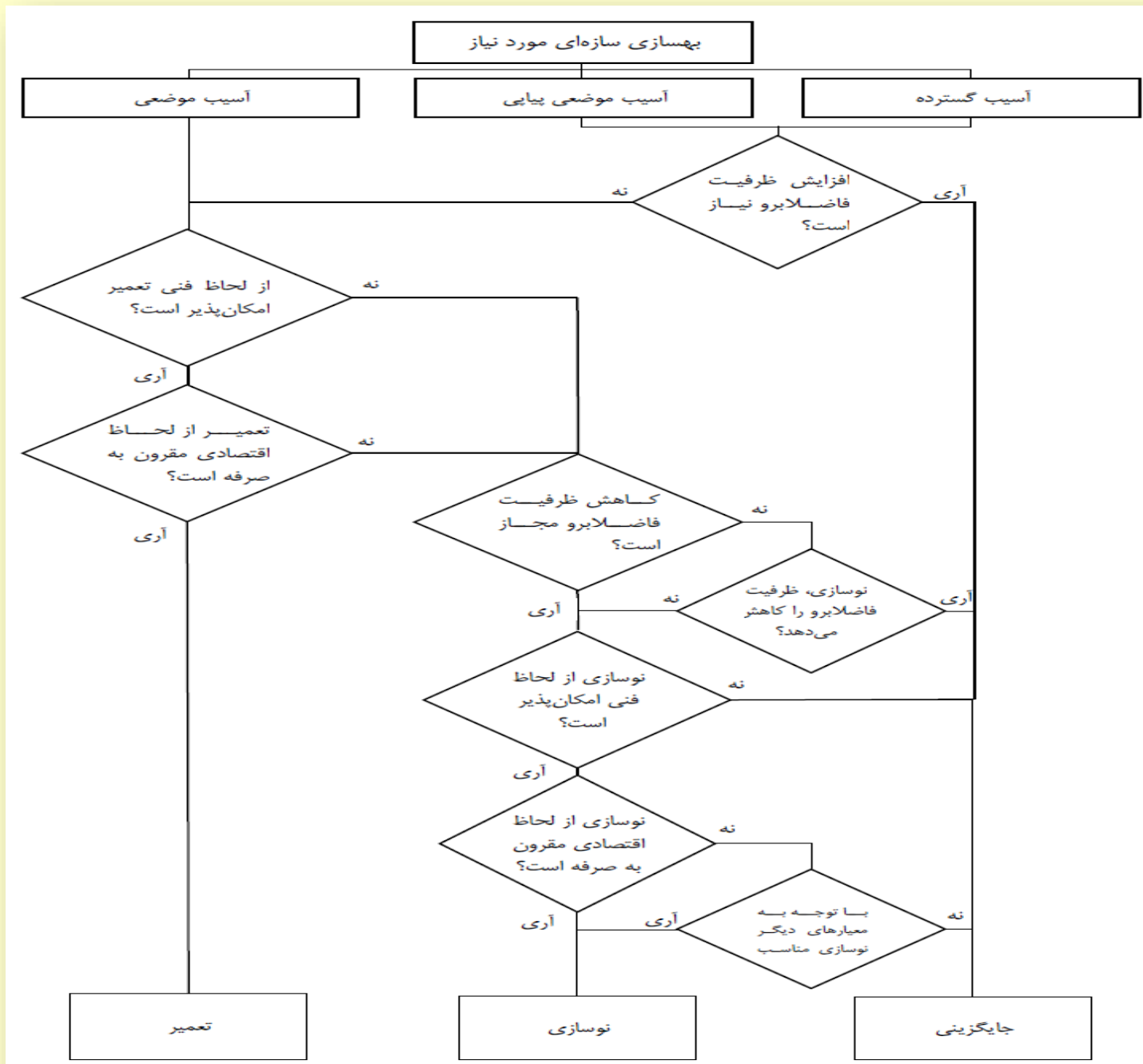


**SELECTION CRITERIA FOR STRUCTURAL REHABILITATION**

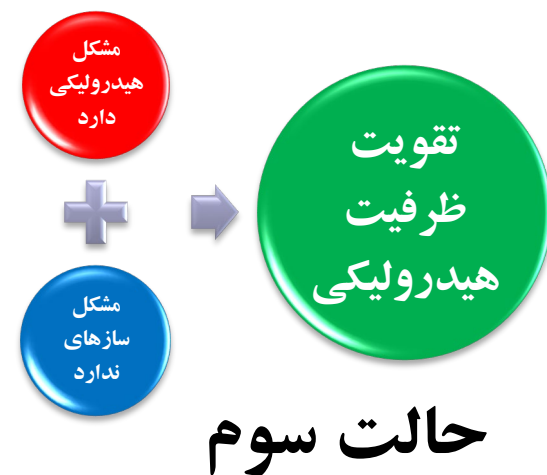
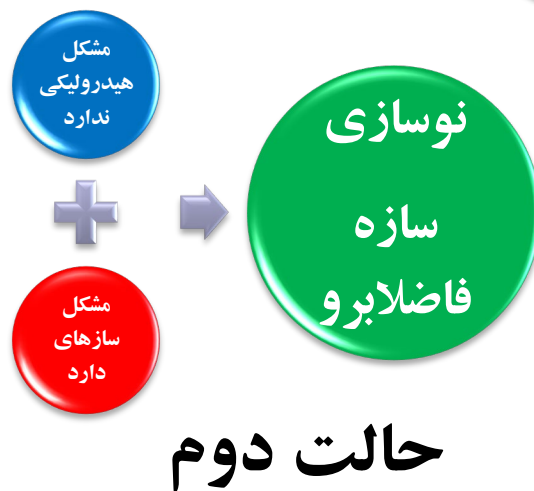
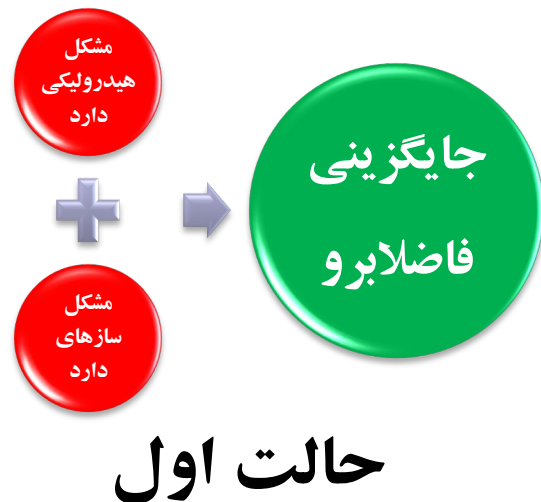
| METHOD | COST | ABRASION<br>RESISTANCE | SURFACE<br>DISRUPTION | EXCAVATION      | AREA<br>REDUCTION |
|--------|------|------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|
| ANY    | LOW  | LOW                    | LOW                   | NOT<br>REQUIRED | LOW               |

**COMPARATIVE CHART**

| METHOD                 | COST   | ABRASION<br>RESISTANCE | SURFACE<br>DISRUPTION | EXCAVATION      | AREA<br>REDUCTION |
|------------------------|--------|------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|
| PIPE<br>REPLACEMENT    | LOW    | HIGH                   | HIGH                  | REQUIRED        | LOW               |
| SLIP LINING            | MEDIUM | LOW                    | MEDIUM                | REQUIRED        | MEDIUM            |
| CURED IN PLACE         | HIGH   | LOW                    | MEDIUM                | NOT<br>REQUIRED | LOW               |
| GRP LINING             | HIGH   | HIGH                   | HIGH                  | REQUIRED        | HIGH              |
| PIPE BURSTING          | MEDIUM | LOW                    | HIGH                  | REQUIRED        | LOW               |
| SPIRAL<br>WOUND LINING | LOW    | LOW                    | LOW                   | NOT<br>REQUIRED | LOW               |



# انتخاب نحوه بازسازی فاضلابروها



راه حل‌های تقویت ظرفیت هیدرولیکی:

- ۱- احداث فاضلابرو کمکی
- ۲- استفاده از سرریز هدایت جریان
- ۳- مخازن نگهداری موقت فاضلاب

# سازمان ملی استاندارد ایران - بازسازی خطوط لوله

## ۲۰ استاندارد در ۷ گروه کاربردی | سامانه‌های لوله‌گذاری پلاستیکی

بازسازی شبکه‌های زیرزمینی — شماره استاندارد بر اساس نوع شبکه و روش

| عنوان قسمت / روش بازسازی                        | فاضلاب و زهکشی<br>ثقلی | فاضلاب و زهکشی<br>تحت فشار | آبرسانی | گازرسانی |
|-------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|---------|----------|
| کلیات                                           | 18098-1                | 19065-1                    | 19066-1 | 23014-1  |
| پوشش‌دهی داخلی با لوله‌های پیوسته               | 18098-2                | 19065-2                    | 19066-2 | 23014-2  |
| پوشش‌دهی داخلی با لوله‌های جفت‌شونده            | 18098-3                | 19065-3                    | 19066-3 | 23014-3  |
| پوشش‌دهی داخلی با لوله‌های پخت‌شونده در محل     | 18098-4                | 19065-4                    | 19066-4 | —        |
| پوشش‌دهی داخلی با لوله‌های پیچیده‌شونده مارپیچی | 18098-7                | —                          | —       | —        |

طراحی، جایگزینی و ارزیابی انطباق

|                       |                                                                          |         |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------|
| طراحی و انتخاب سامانه | رده‌بندی و اطلاعات طراحی و کاربرد سامانه‌ها در نوسازی و جایگزینی         | 18343   |
| جایگزینی بدون ترانشه  | جایگزینی در مسیر خط: شکافت لوله و استخراج لوله                           | 22946-1 |
| جایگزینی بدون ترانشه  | جایگزینی بیرون از مسیر خط: حفاری افقی هدایت‌پذیر و حفاری موش‌وار کوبه‌ای | 22946-2 |
| ارزیابی انطباق        | ارزیابی انطباق سامانه‌های بازسازی خطوط لوله موجود — مواد پلی‌اتیلن (PE)  | 23099-1 |



**Thank You for  
Your Attention**