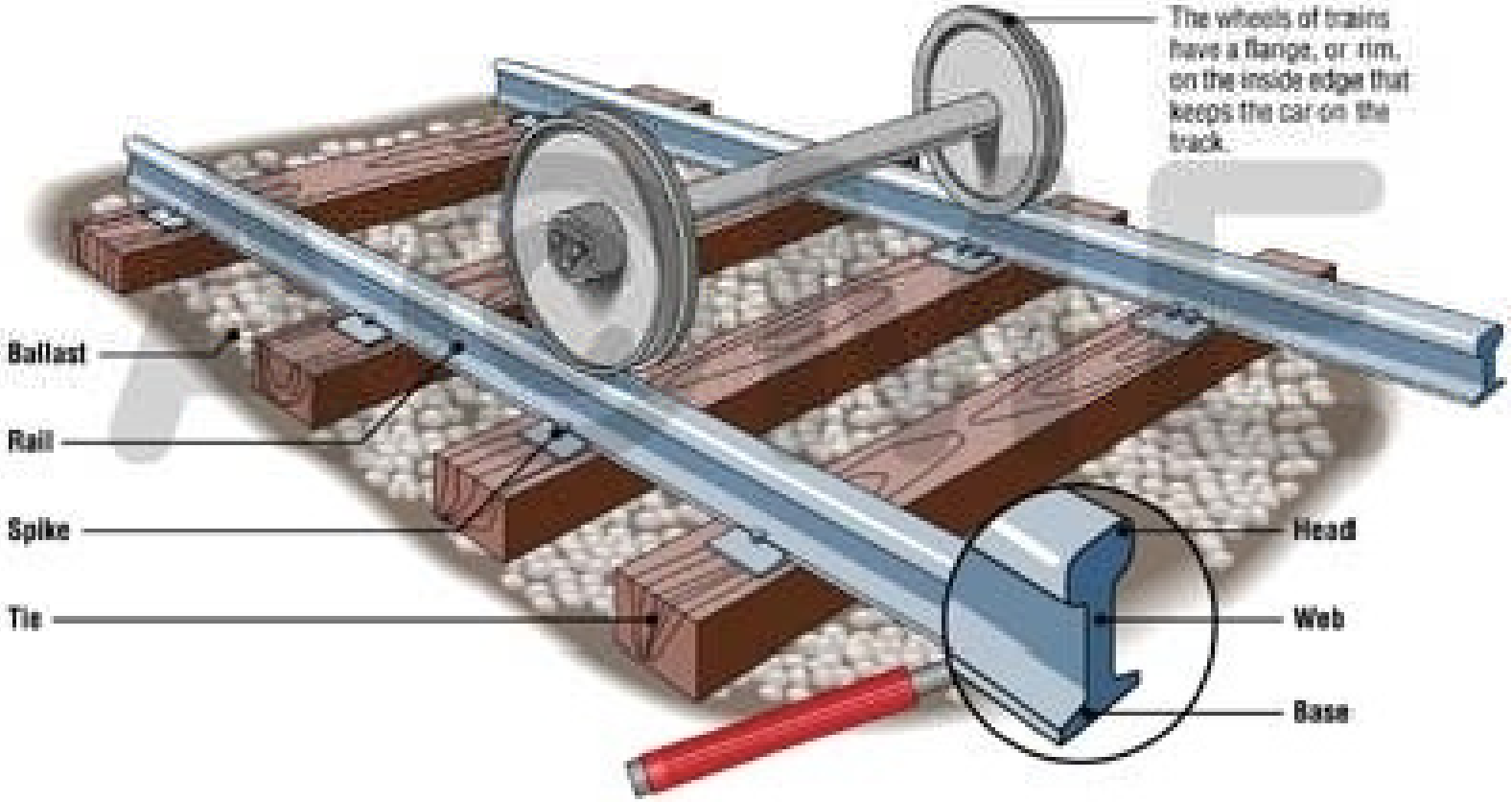
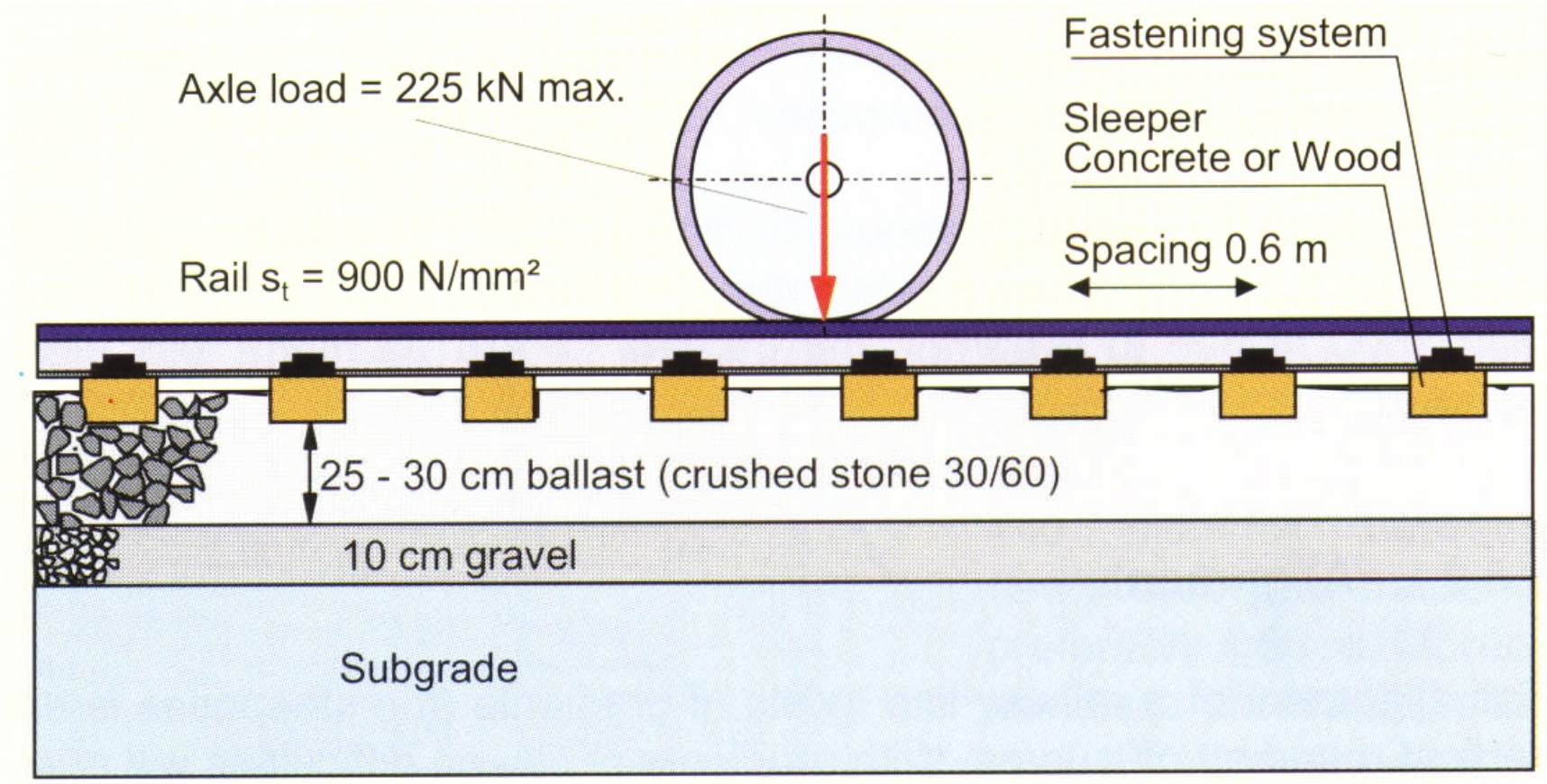
Track Components and Track Cross Sections

Dr. Ahmed A. Khalil

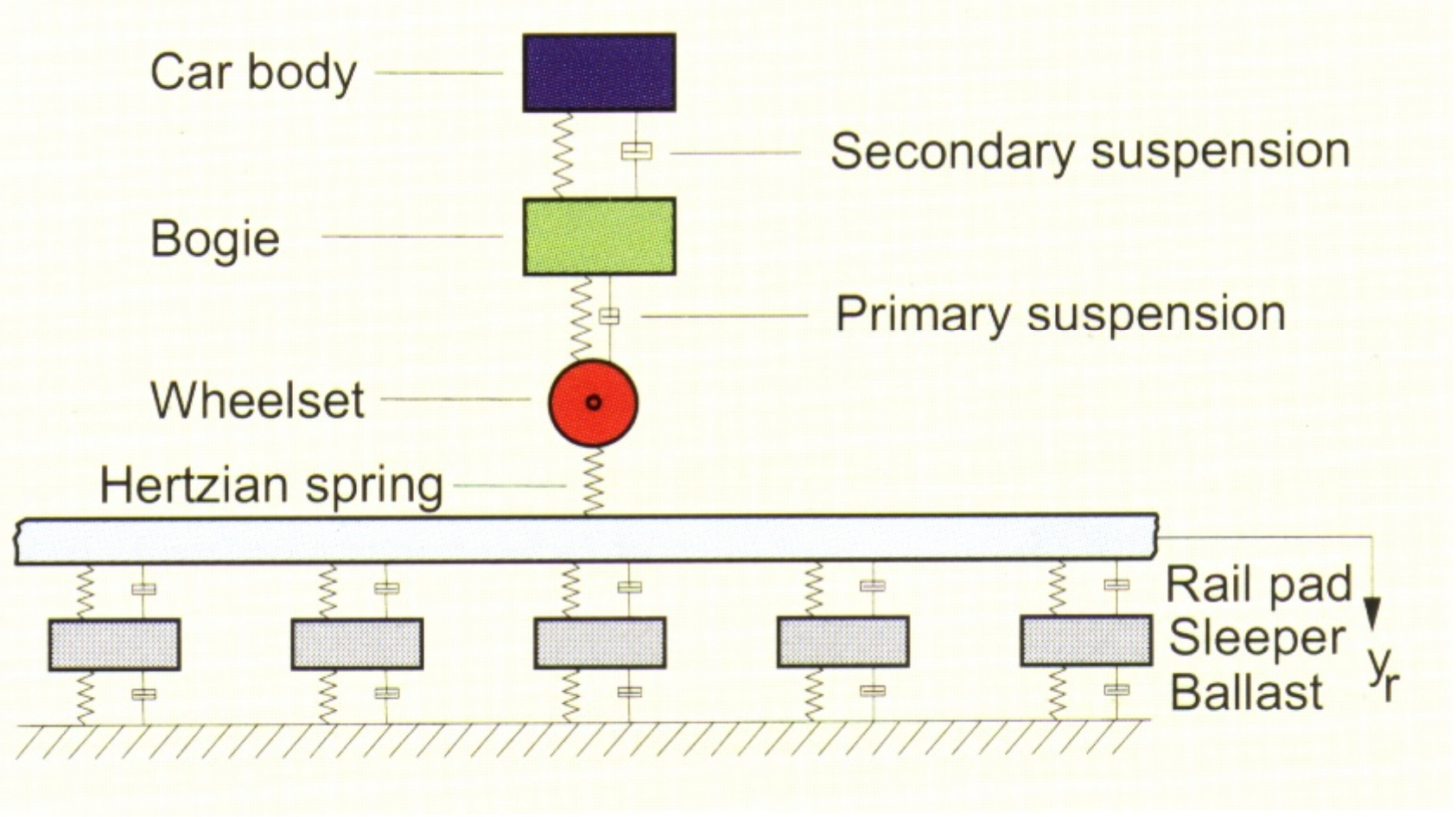
4th year Civil

week 5

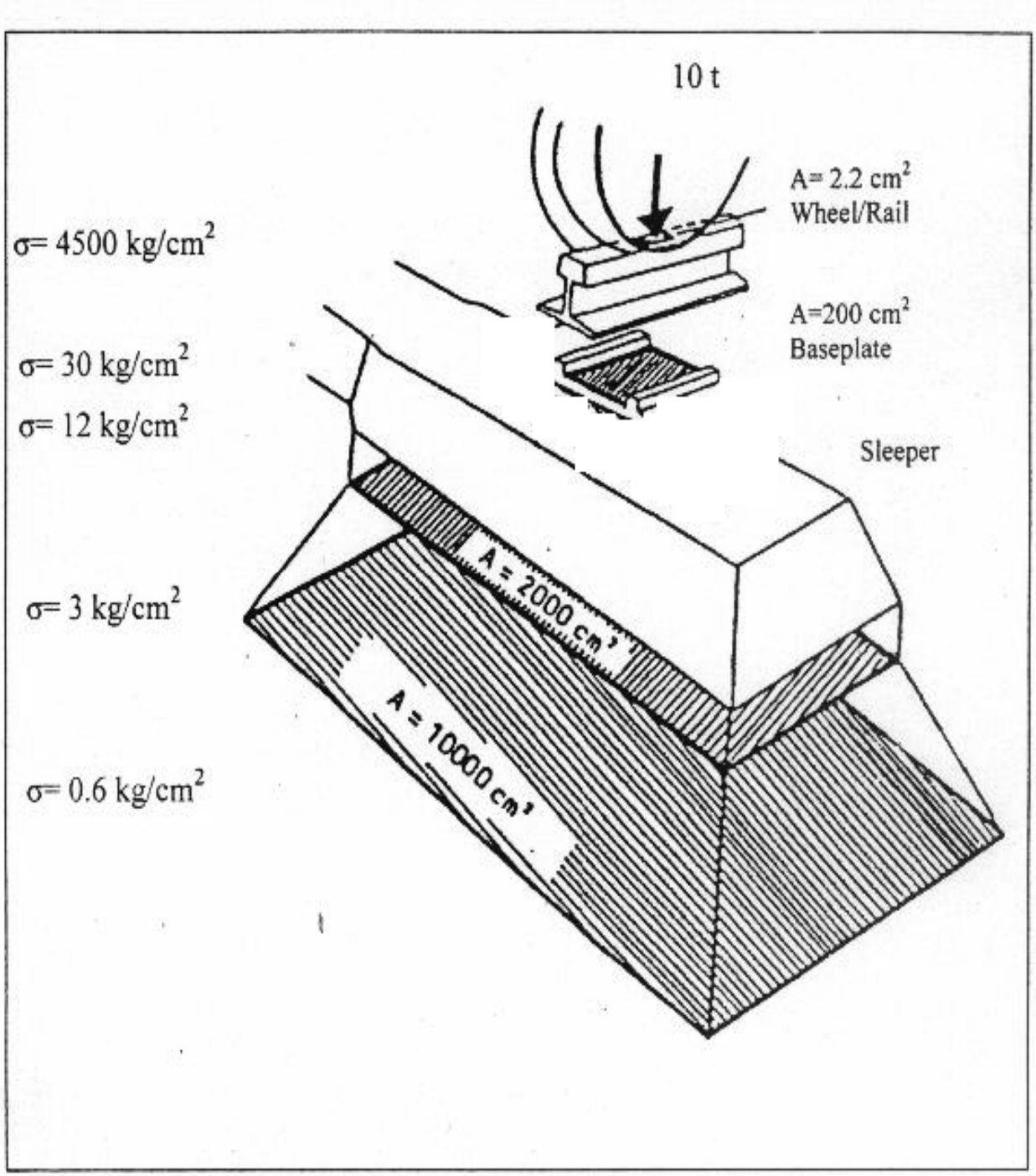

The wheels of trains have a flange, or rim, on the inside edge that keeps the car on the track.
Ballast
Rail
Spike
Tie
Head
Web
Base

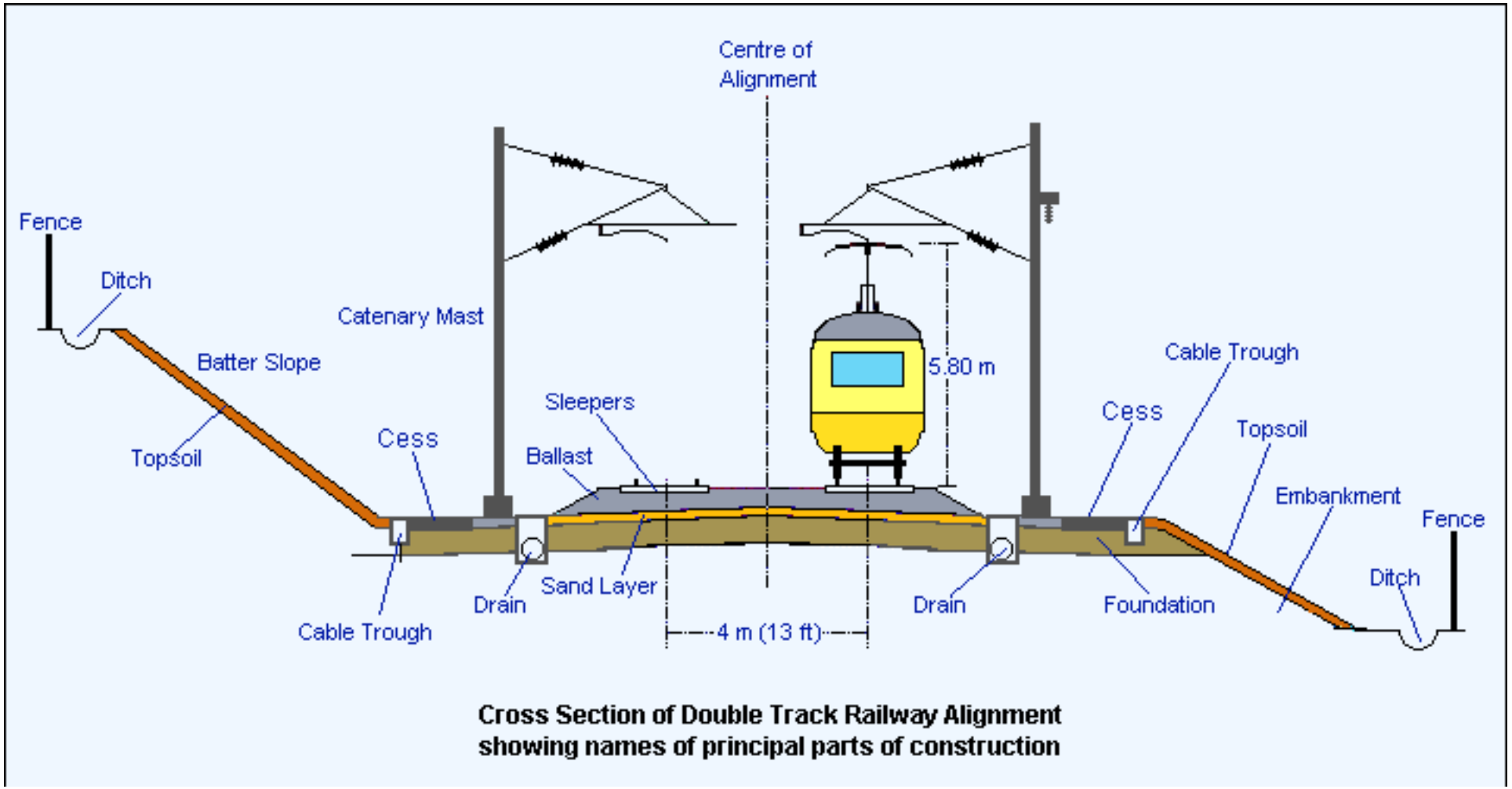

Axle load = 225 kN max.
Rail s_t = 900 N/mm²
Fastening system
Sleeper
Concrete or Wood
Spacing 0.6 m
25 - 30 cm ballast (crushed stone 30/60)
10 cm gravel
Subgrade

مصادر المرونة في السكك الحديدية



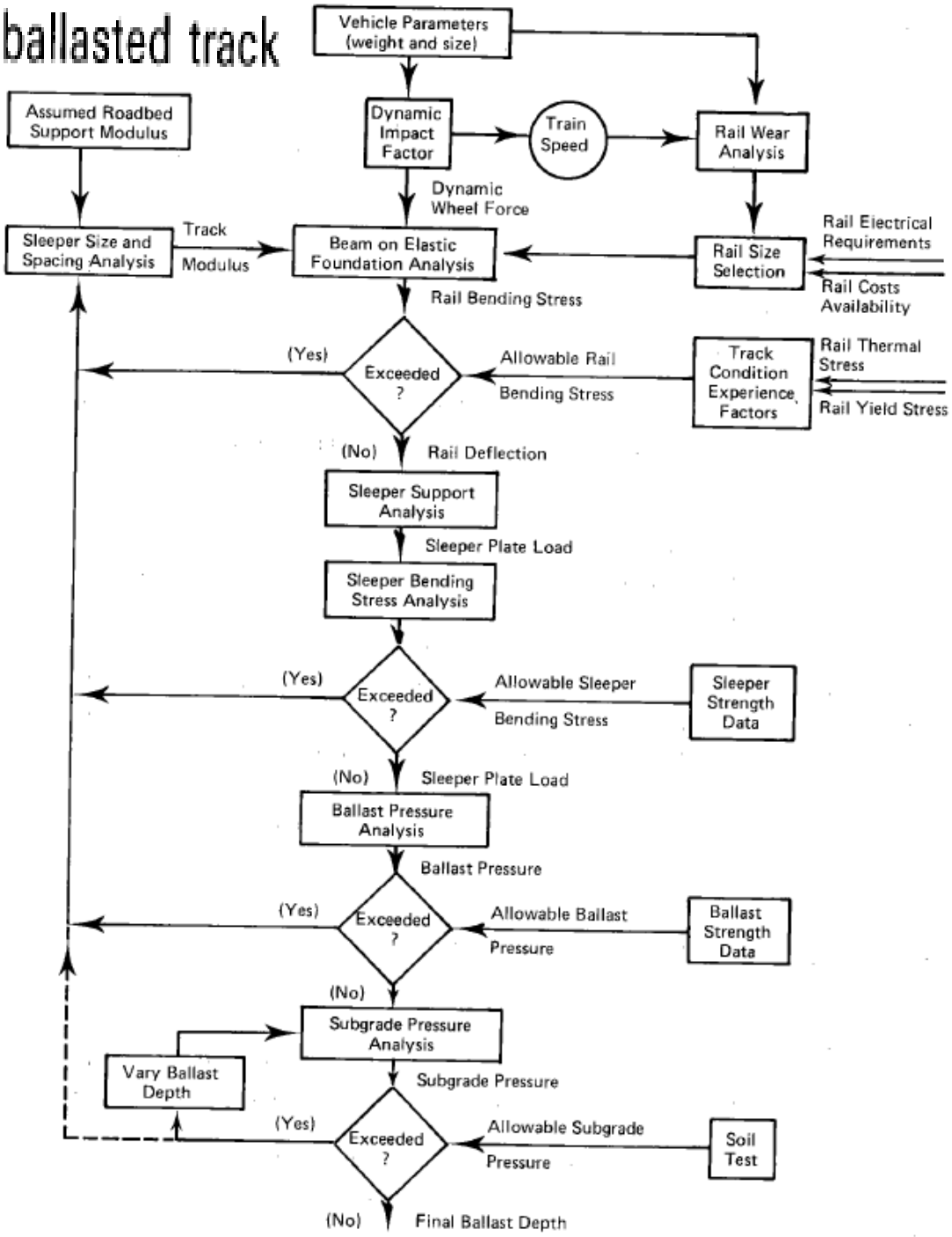
Rail is the most important component in the permanent way, as it is the member that is in direct contact with running train wheels and it distributes loads on sleepers. In addition it is more expensive.



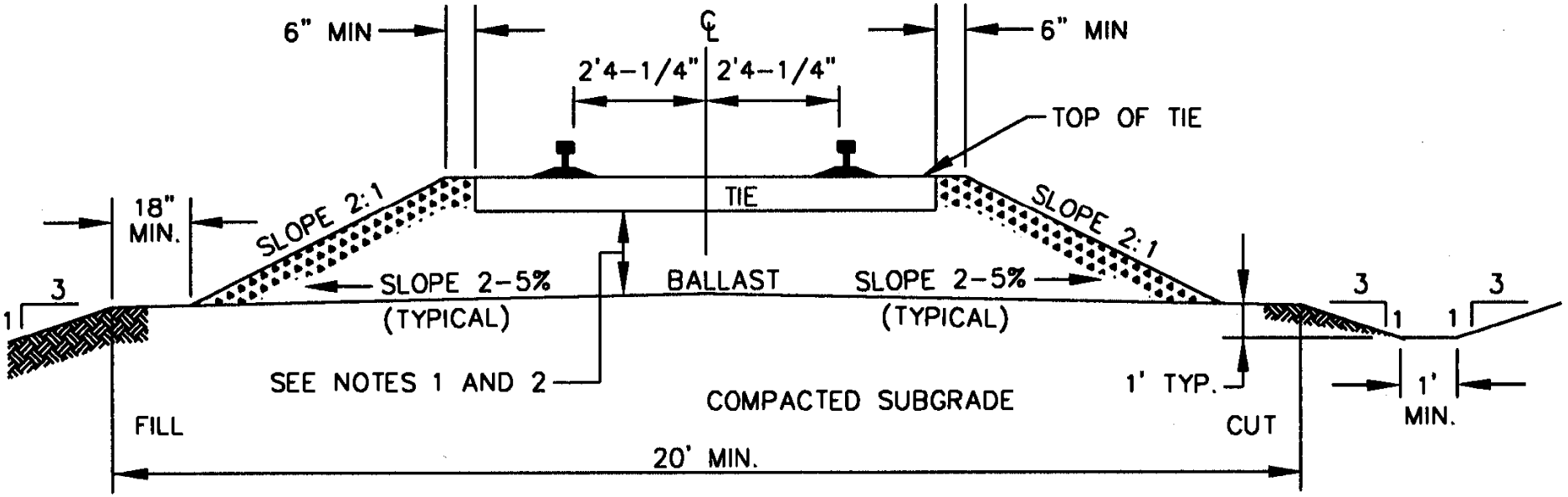


Cross Section of Double Track Railway Alignment showing names of principal parts of construction

Flow chart for conventional ballasted track



Typical Cross Section - Tangent Track



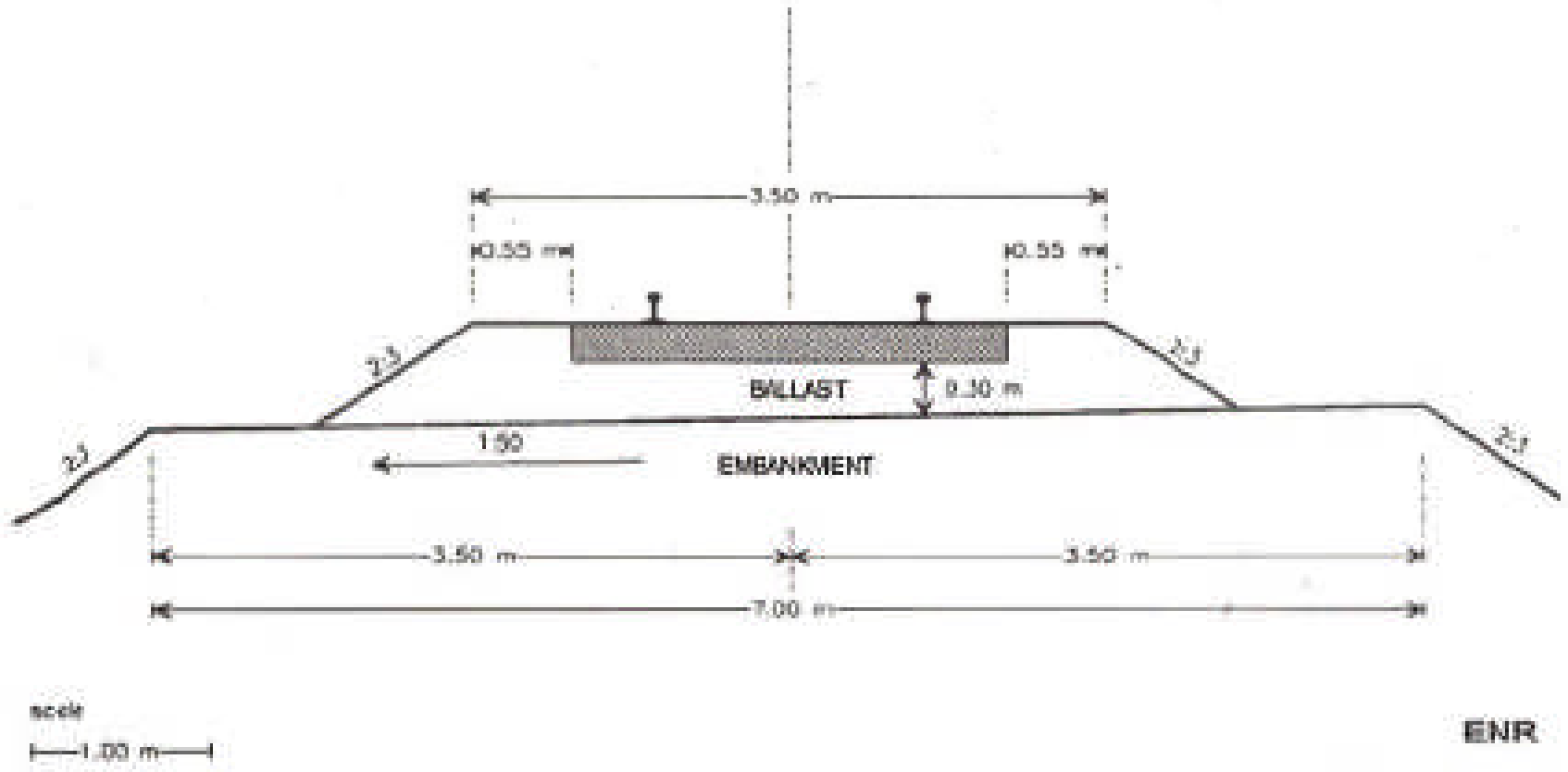
TYPICAL SECTION

NOT TO SCALE

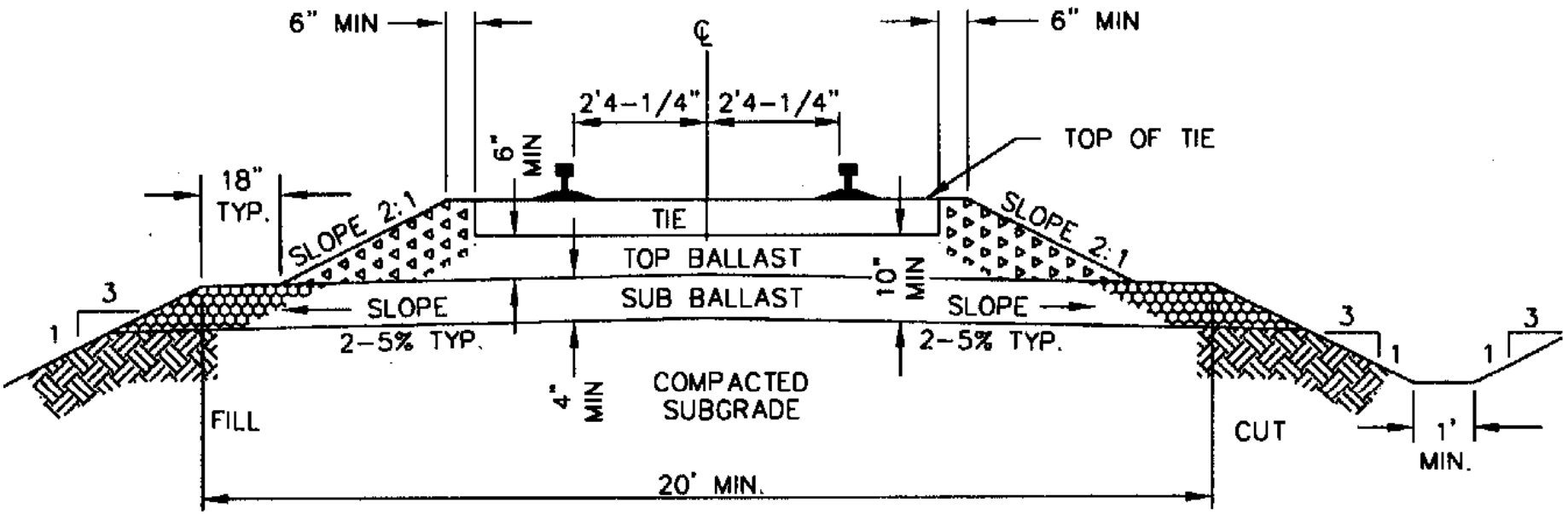
NOTES:

1. DEPTH OF BALLAST TO BE USED WILL DEPEND ON SUBGRADE STRENGTH, TRAFFIC DENSITY, AND WHEEL LOADS. USE RECOMMENDED STRUCTURAL ANALYSIS TO DETERMINE APPROPRIATE DEPTH FOR EACH SITE.
2. MINIMUM BALLAST THICKNESS IS 8 INCHES BELOW BOTTOM OF TIE.
3. CUT OR FILL ACCORDING TO LOCAL CONITIONS.

Standard Cross Section
Single Track Line on Concrete Sleepers



Typical Cross Section With Sub-ballast Layer - Tangent Track



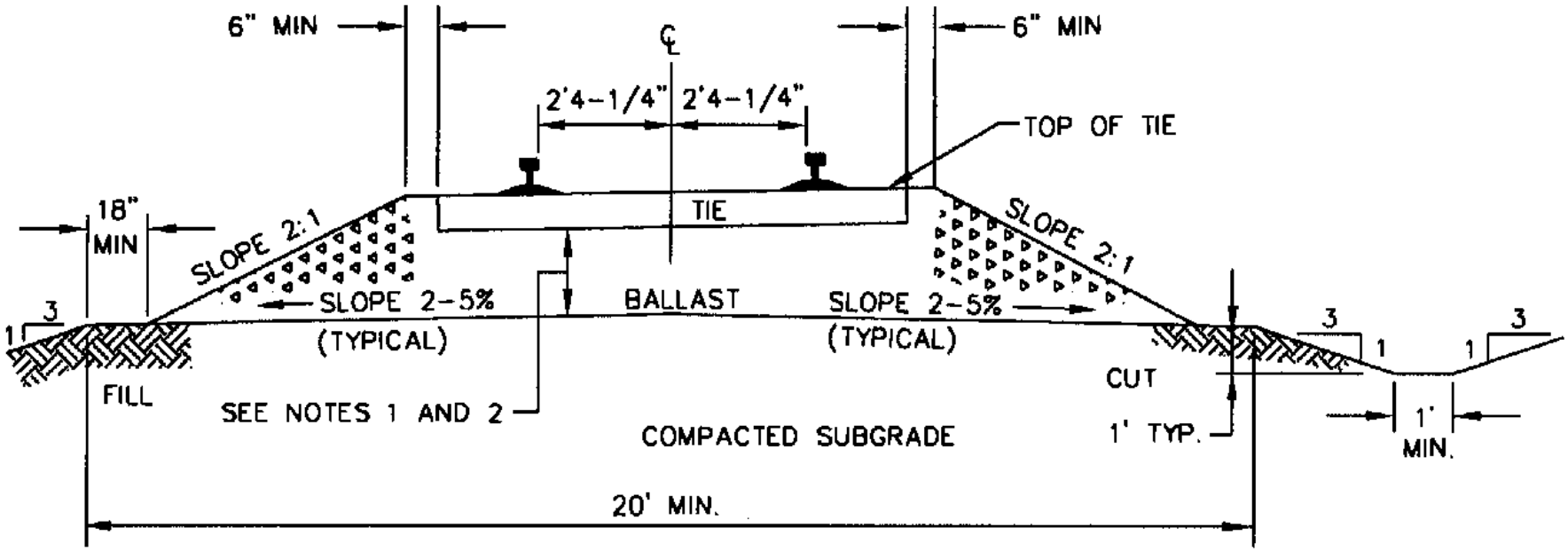
TYPICAL SECTION

NOT TO SCALE

NOTES:

1. DEPTH OF BALLAST SECTION WILL DEPEND ON SUBGRADE STRENGTH, TRAFFIC DENSITY, AND WHEEL LOADS. USE RECOMMENDED STRUCTURAL ANALYSIS TO DETERMINE APPROPRIATE DEPTH FOR EACH SITE.
2. MINIMUM THICKNESS OF BALLAST/SUBBALLAST IS 10 INCHES BELOW BOTTOM OF TIE
3. THICKNESS OF BALLAST AND SUBBALLAST MAY BE VARIED TO OBTAIN BEST STRUCTURAL AND ECONOMIC DESIGN WHILE MEETING MINIMUM THICKNESS REQUIREMENTS.
4. CUT OR FILL ACCORDING TO LOCAL CONDITIONS.

Typical Cross Section - Curved Track



TYPICAL SECTION

NOT TO SCALE

NOTES:

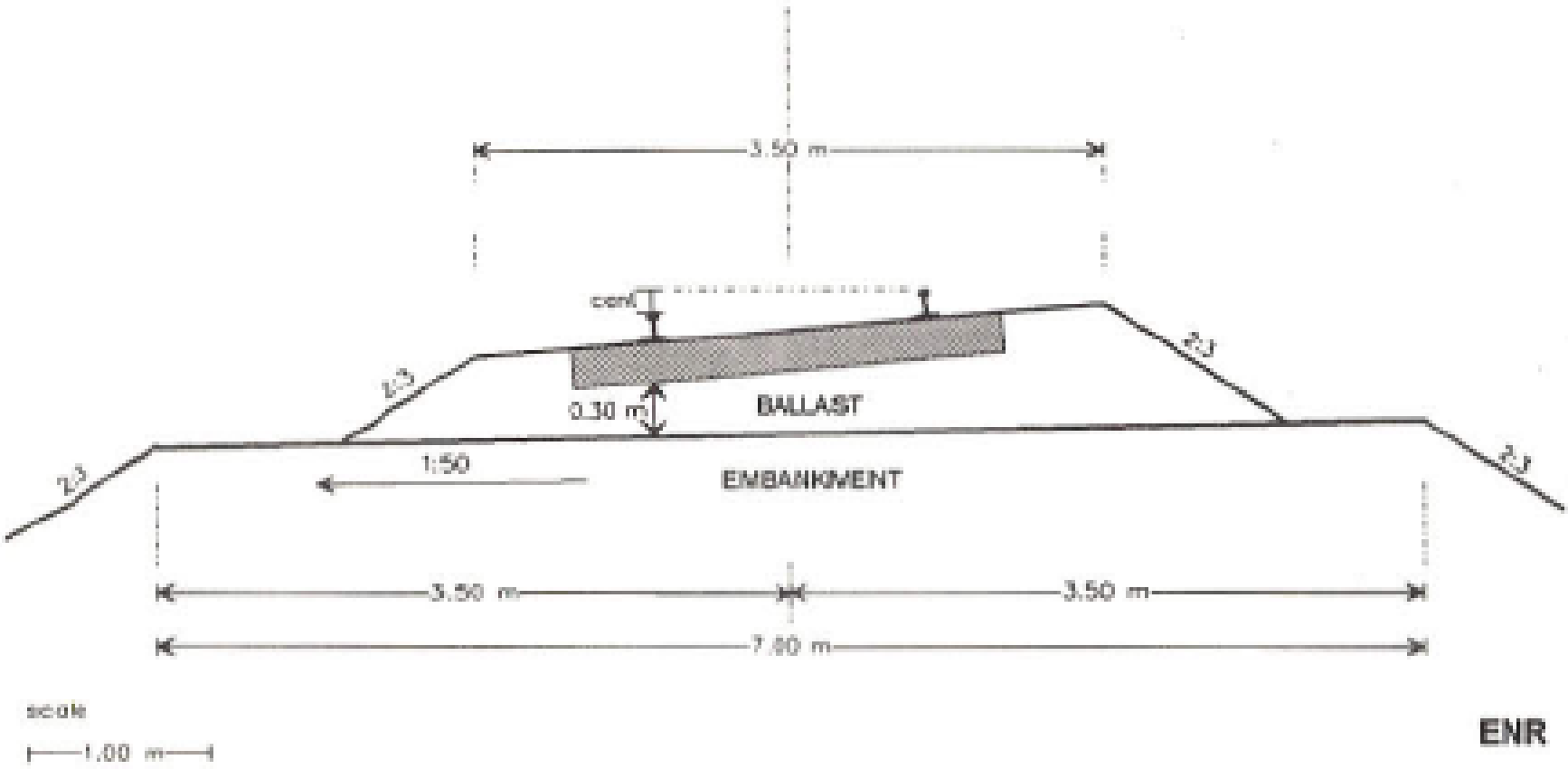
1. DEPTH OF BALLAST SECTION WILL DEPEND ON SUBGRADE STRENGTH, TRAFFIC DENSITY, AND WHEEL LOADS. USE RECOMMENDED STRUCTURAL ANALYSIS TO DETERMINE APPROPRIATE DEPTH FOR EACH SITE.

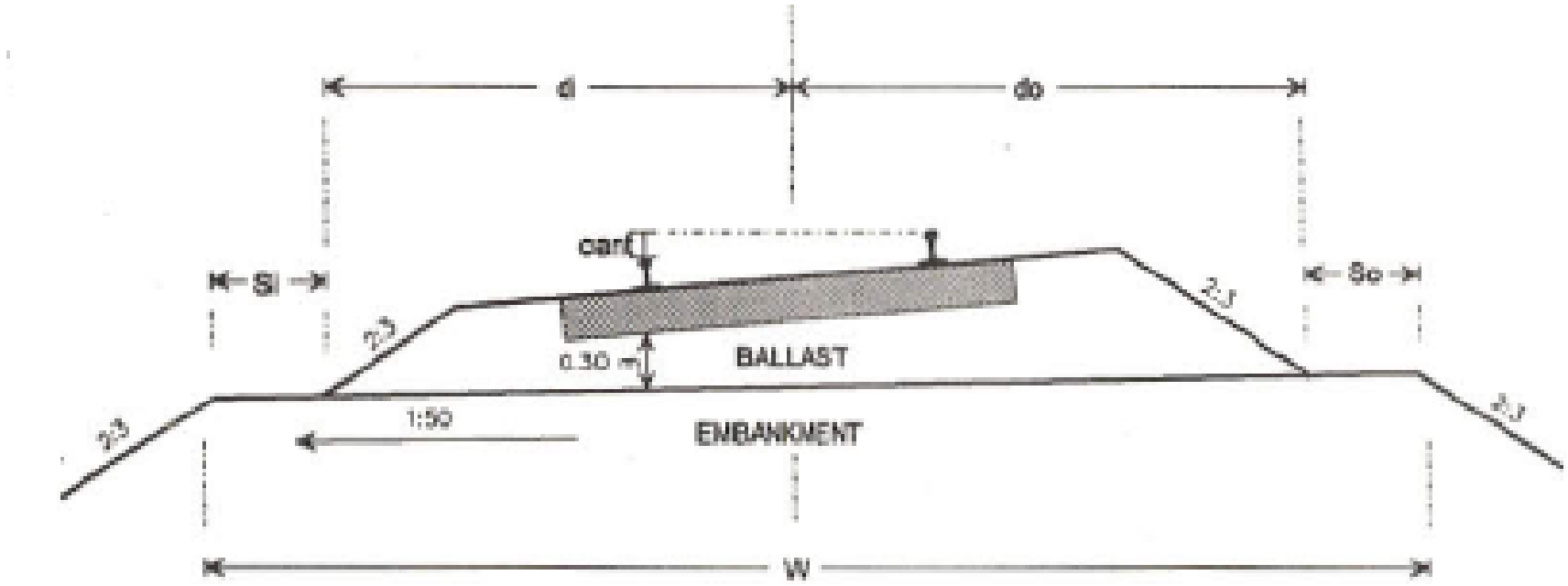
2. MINIMUM THICKNESS OF BALLAST IS 8 INCHES BELOW THE BOTTOM OF THE TIE AT THE INSIDE RAIL OF THE CURVE.

3. ON CURVES OF 6 DEGREES OR GREATER A BALLAST SHOULDER WIDTH OF 8 INCHES SHOULD BE USED.

4. CUT AND FILL ACCORDING TO LOCAL CONDITIONS.

Standard Cross Section
Curved Single Track Line on Concrete Sleepers





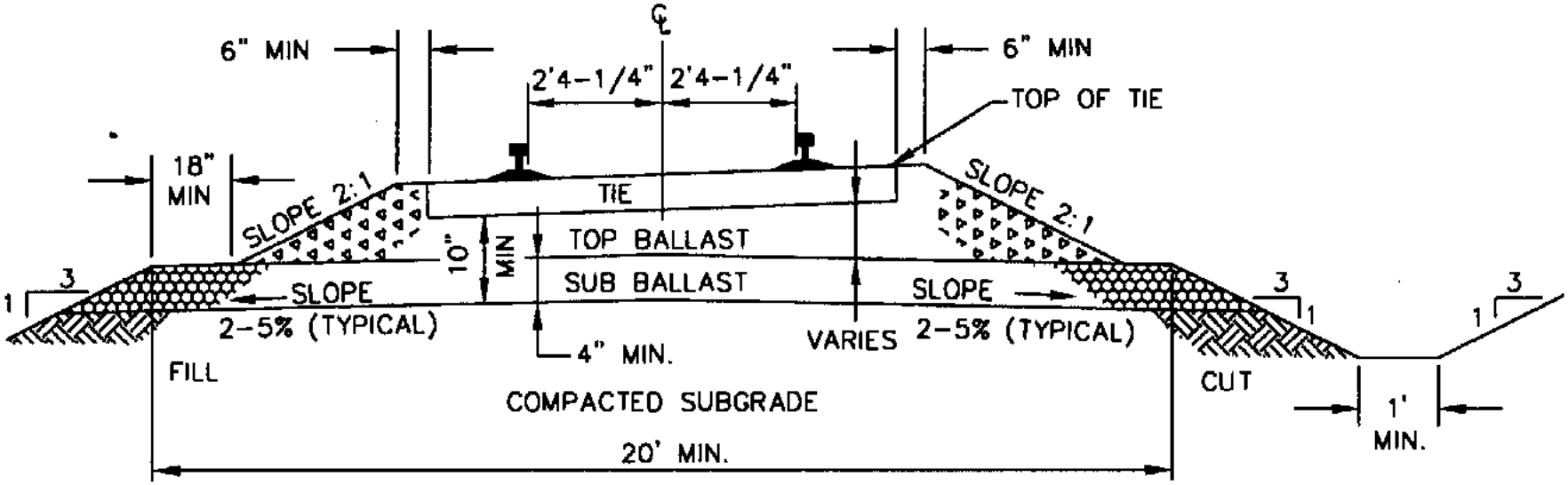
scale

1.00 m

ENR

Cant	Embankment Width	Distance Track Centre Line to Ballast Edge		Track Bench Width	
C [mm]	W [m]	di inner side of curve [m]	do outer side of curve [m]	Si inner side of curve [cm]	So outer side of curve [cm]
0	7.00	2.62	2.46	88	104
50	7.00	2.52	2.55	98	95
100	7.00	2.46	2.65	104	85
130	7.00	2.43	2.74	107	76

Typical Cross Section With Sub-ballast Layer - Curved Track



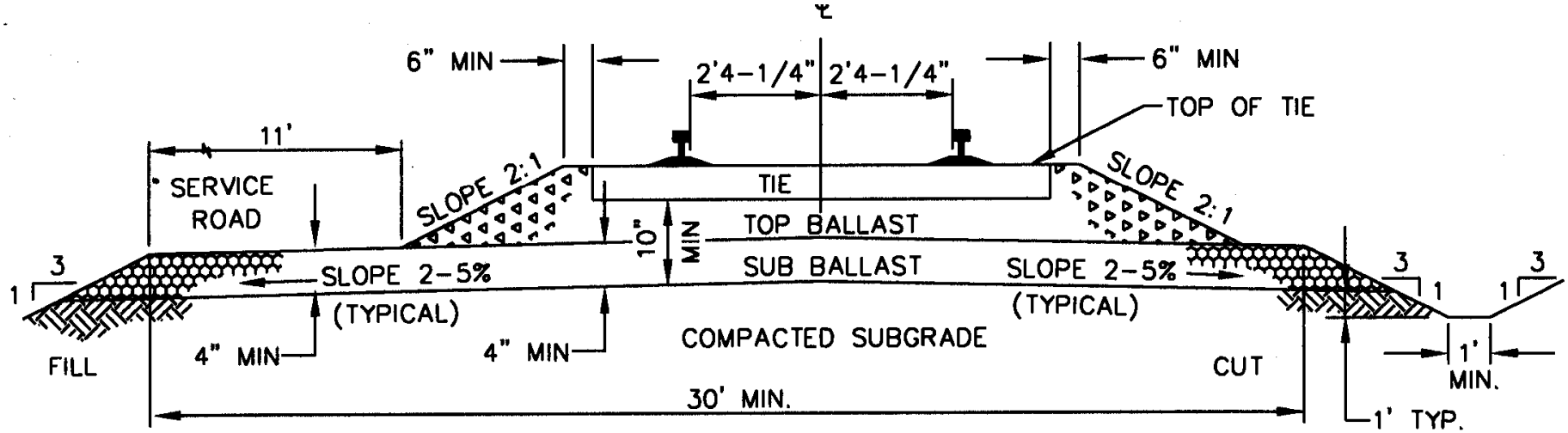
TYPICAL SECTION

NOT TO SCALE

NOTES:

1. DEPTH OF BALLST SECTION WILL DEPEND ON SUBGRADE STRENGTH, TRAFFIC DENSITY, AND WHEEL LOADS. USE RECOMMENDED STRUCTURAL ANALYSIS TO DETERMINE APPROPRIATE DEPTH FOR EACH SITE.
2. MINIMUM THICKNESS OF BALLAST/SUBBALLAST IS 10 INCHES BELOW BOTTOM OF TIE.
3. THICKNESS OF BALLAST AND SUBBALLAST MAY BE VARIED TO OBTAIN BEST STRUCTURAL AND ECONOMIC DESIGN WHILE MEETING MINIMUM THICKNESS REQUIREMENTS.
4. ON CURVES OF 6 DEGREES OR GREATER A BALLAST SHOULDER WIDTH OF 8 INCHES SHOULD BE USED.
5. CUT OR FILL ACCORDING TO LOCAL CONDITIONS.

Typical Cross Section - Track with Adjacent Service Road



TYPICAL SECTION

NOT TO SCALE

NOTES:

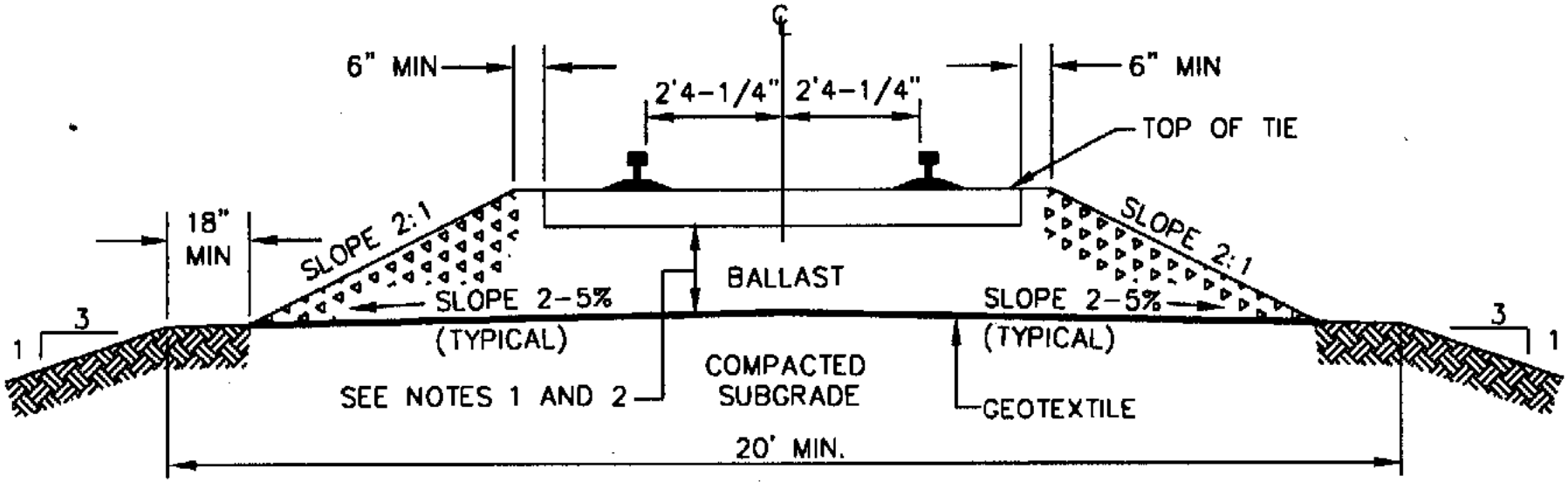
1. DEPTH OF BALLST SECTION WILL DEPEND ON SUBGRADE STRENGTH, TRAFFIC DENSITY, AND WHEEL LOADS. USE RECOMMENDED STRUCTURAL ANALYSIS TO DETERMINE APPROPRIATE DEPTH FOR EACH SITE.

2. TO BE USED ONLY WHERE A SERVICE ROAD IS REQUIRED. SERVICE ROAD TURN AROUND REQUIRED EVERY 2,000 FEET.

3. SUBBALLAST WILL BE A MINIMUM OF 4 INCHES DEEP AND COMPACTED AT LEAST 90% OF THE CE 55 MAXIMUM DRY DENSITY.

4. CUT AND FILL ACCORDING TO LOCAL CONDITIONS.

Typical Cross Section - Track with Geotextile



TYPICAL SECTION

NOT TO SCALE

NOTES:

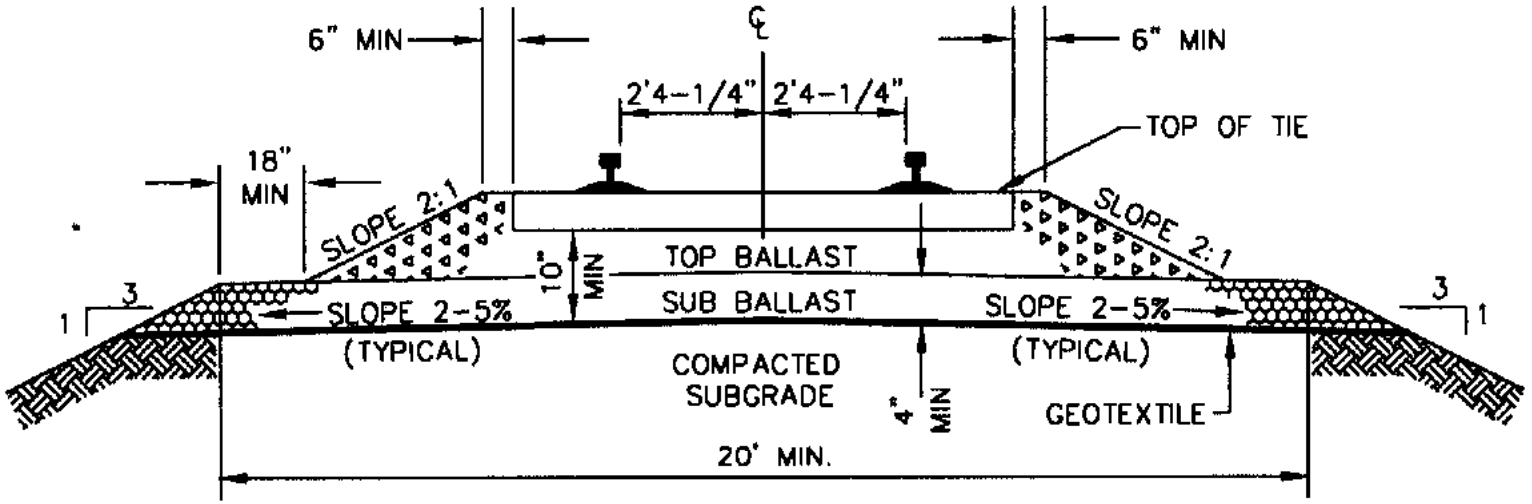
1. DEPTH OF BALLAST SECTION WILL DEPEND ON SUBGRADE STRENGTH, TRAFFIC DENSITY, AND WHEEL LOADS. USE RECOMMENDED STRUCTURAL ANALYSIS TO DETERMINE APPROPRIATE DEPTH FOR EACH SITE.

2. MINIMUM THICKNESS OF BALLAST/SUBBALLAST IS 10 INCHES BELOW THE BOTTOM OF TIE AT THE INSIDE RAIL OF THE CURVE WITH AREA GRADATION 5: 12" MINIMUM THICKNESS WITH AREA GRADATIONS 4 AND 4A.

3. GEOTEXTILE TO MEET THE REQUIREMENTS OF CEGS 02274.

4. GEOTEXTILE INSTALLATION ON CURVES WILL BE SIMILAR.

Typical Cross Section with Sub-ballast Layer - Track with Geotextile



TYPICAL SECTION

NOT TO SCALE

NOTES:

1. DEPTH OF BALLAST SECTION WILL DEPEND ON SUBGRADE STRENGTH, TRAFFIC DENSITY, AND WHEEL LOADS. USE RECOMMENDED STRUCTURAL ANALYSIS TO DETERMINE APPROPRIATE DEPTH FOR EACH SITE.

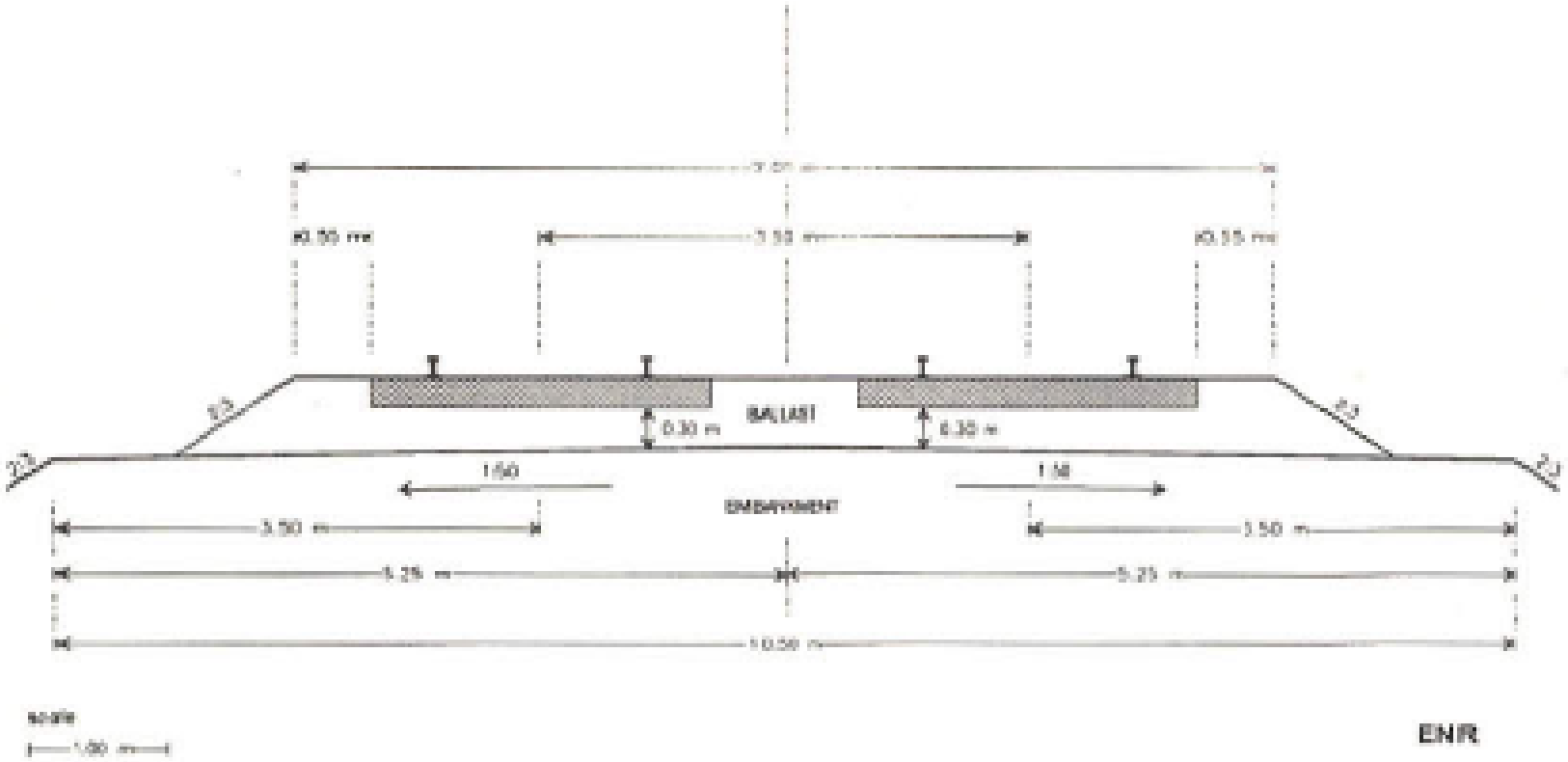
2. MINIMUM THICKNESS OF BALLAST/SUBBALLAST IS 10 INCHES BELOW BOTTOM OF TIE AT THE INSIDE RAIL OF THE CURVE WITH AREA GRADATION 5: 12" MINIMUM DEPTH WITH AREA GRADATIONS 4 AND 4A.

3. THICKNESS OF BALLAST AND SUBBALLAST MAY BE VARIED TO OBTAIN BEST STRUCTURAL AND ECONOMIC DESIGN WHILE MEETING MINIMUM THICKNESS REQUIREMENTS.

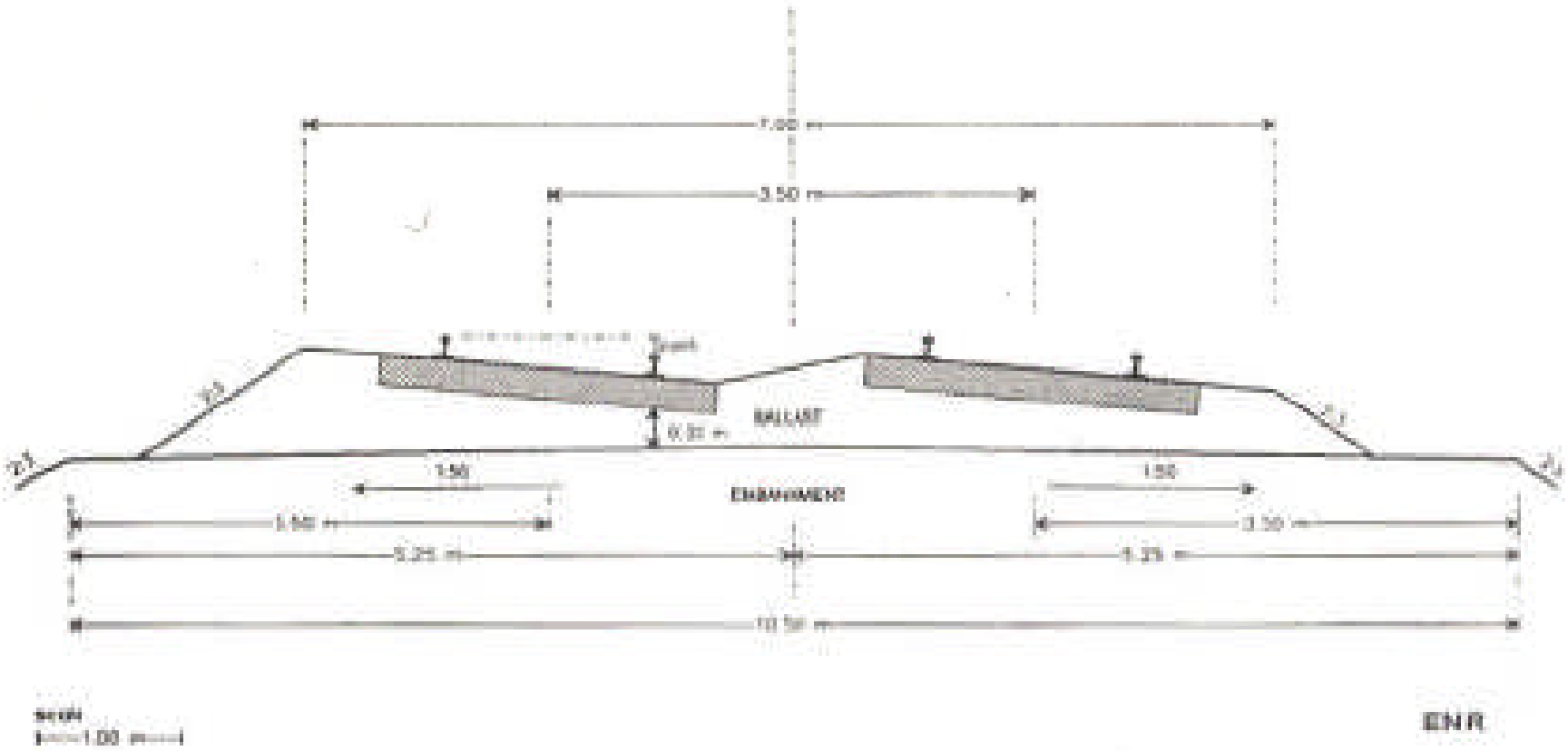
4. GEOTEXTILES TO MEET THE REQUIREMENTS OF CEGS-02274.

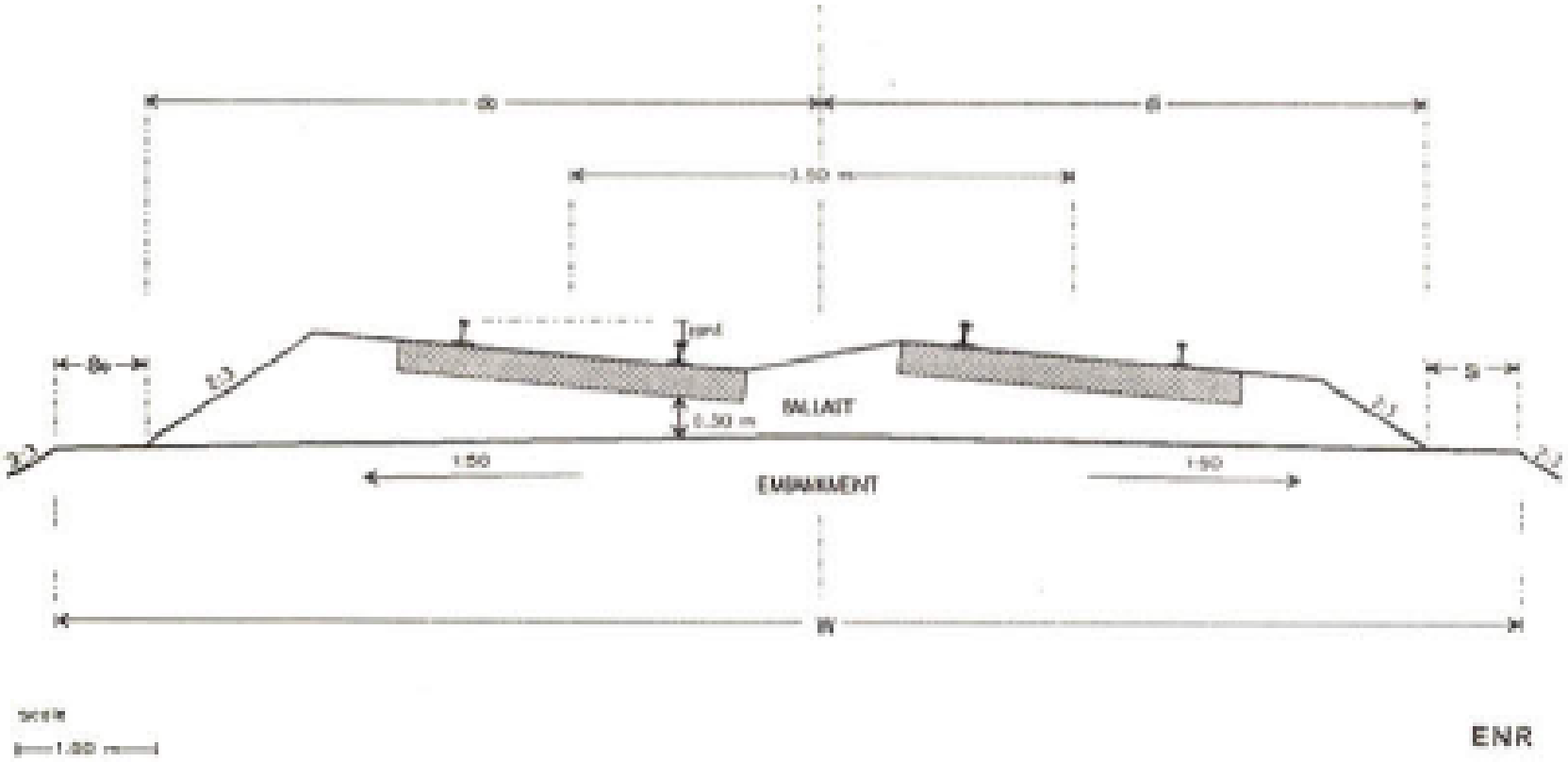
5. GEOTEXTILE INSTALLATION ON CURVES WILL BE SIMILAR.

Standard Cross Section
Double Track Line on Concrete Sleepers



Standard Cross Section
Curved Double Track Line on Concrete Sleepers

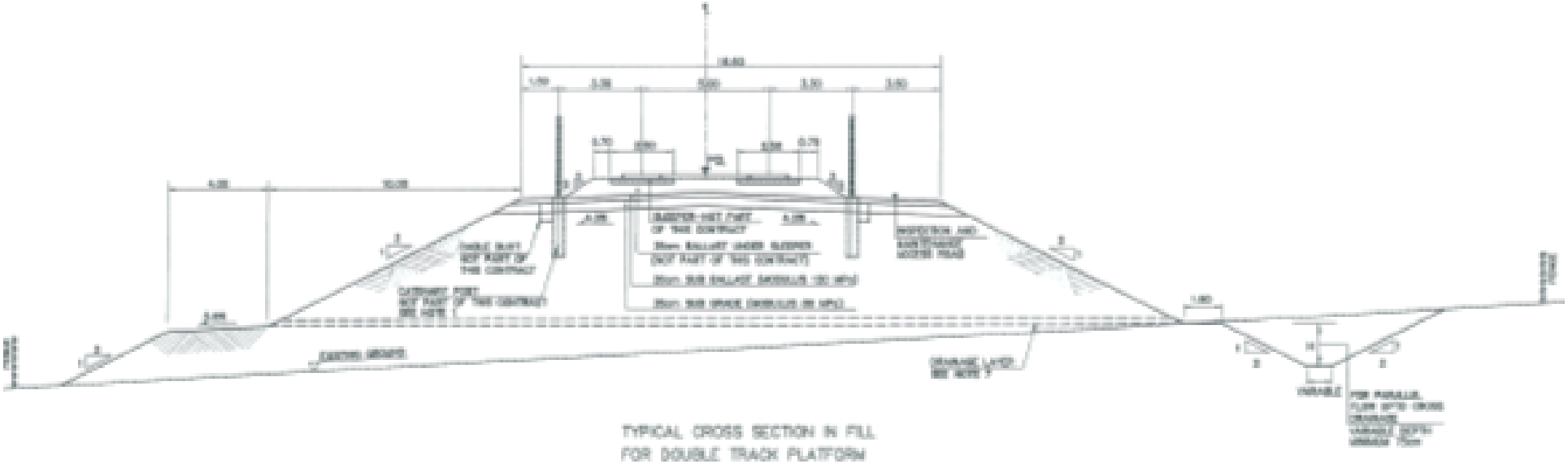




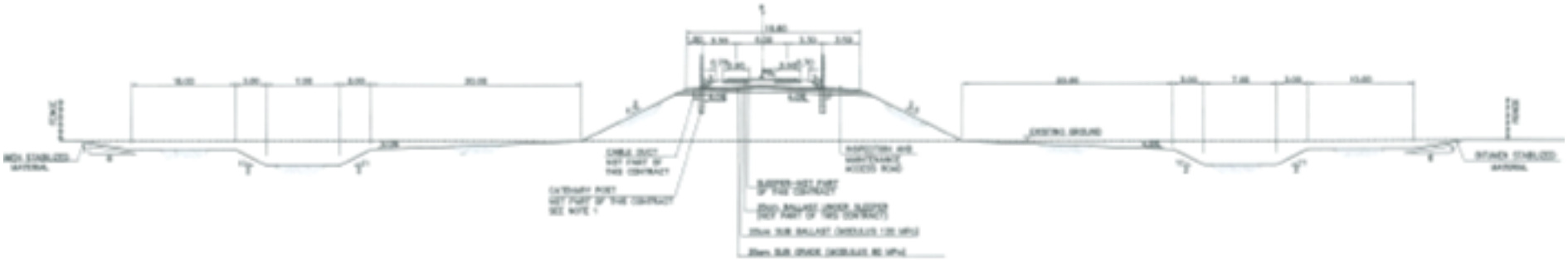
ENR

Cant	Embankment Width	Distance Track Centre Line to Ballast Edge		Track Bench Width	
C	W	di inner side of curve	do outer side of curve	Si inner side of curve	So outer side of curve
[mm]	[m]	[m]	[m]	[cm]	[cm]
0	10.50	4.37	4.37	88	88
50	10.50	4.32	4.49	93	76
100	10.50	4.26	4.63	99	62
130	10.50	4.23	4.71	102	54

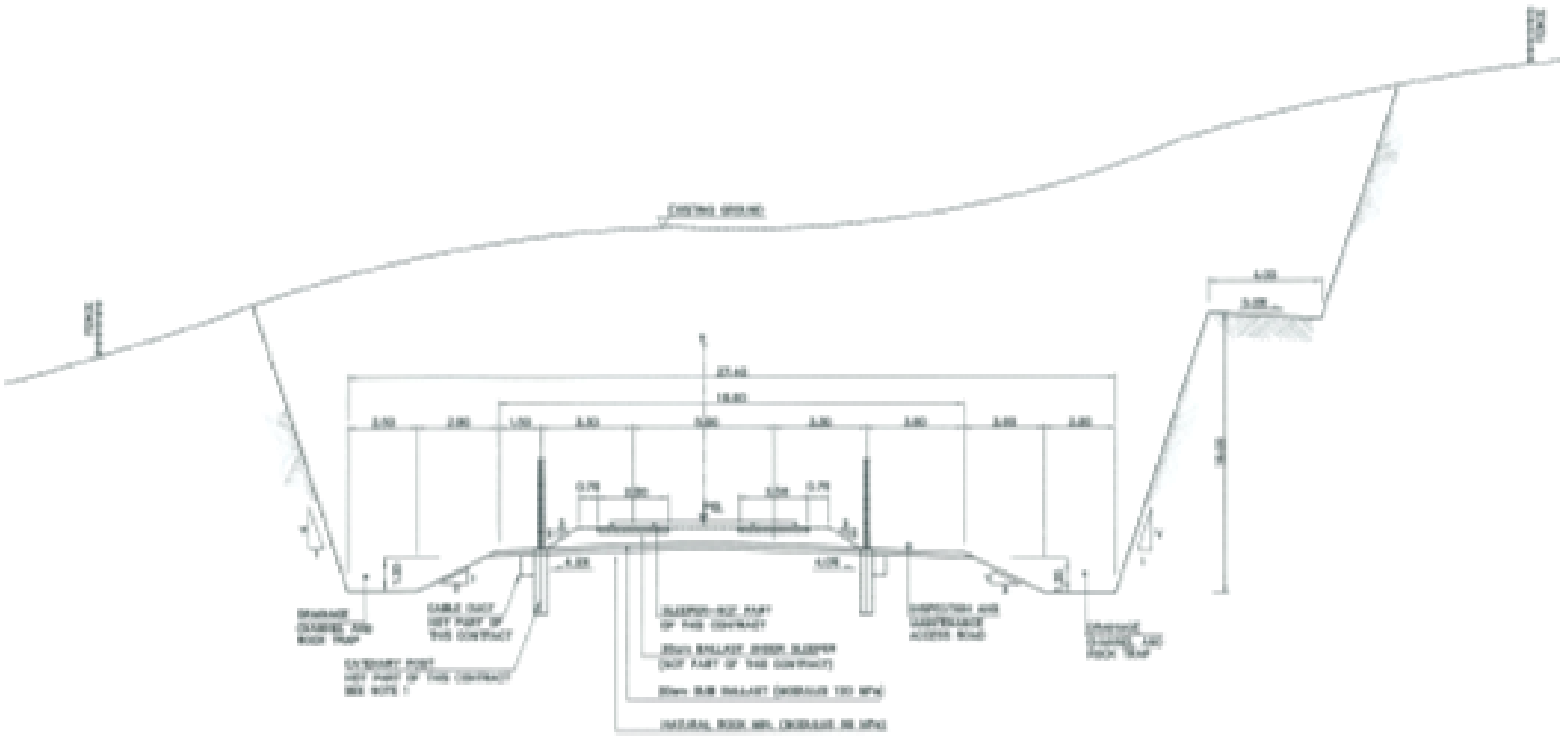
Typical sections for HHR between Meka and Madina



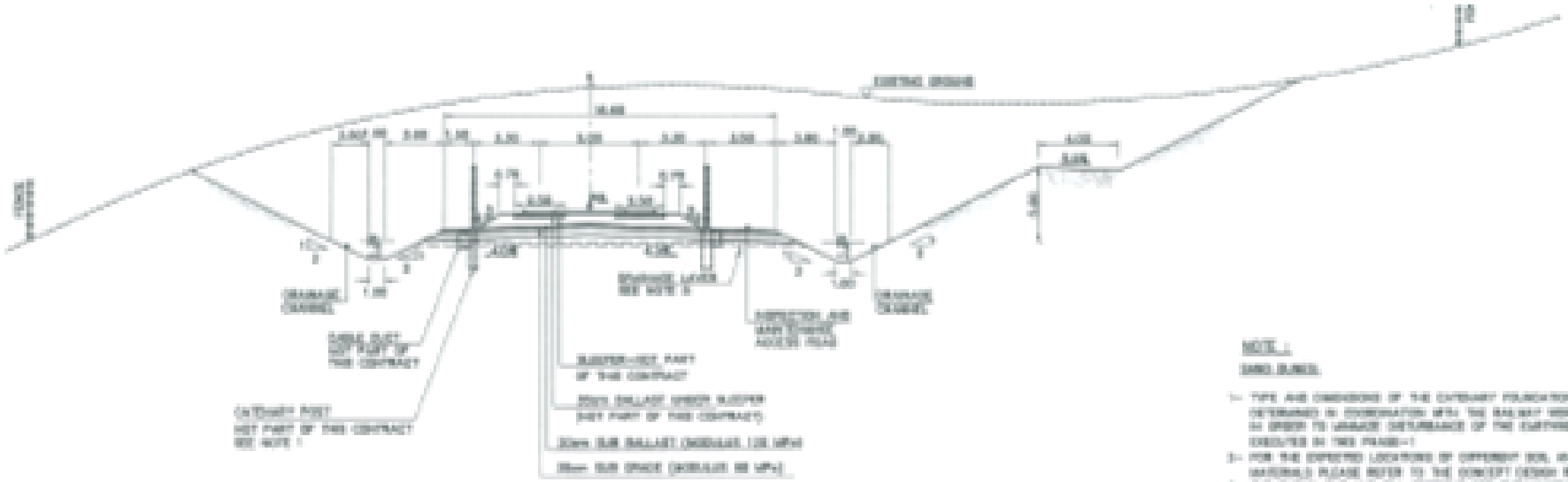
TYPICAL CROSS SECTION IN FILL
FOR DOUBLE TRACK PLATFORM
IN RURAL AREA



CROSS SECTION IN FILL AT SAND DUNES
FOR DOUBLE TRACK PLATFORM
IN RURAL AREA



TYPICAL CROSS SECTION IN ROCK CUT
FOR DOUBLE TRACK PLATFORM
IN RURAL AREA



CROSS SECTION IN EARTH CUT
FOR DOUBLE TRACK PLATFORM
IN RURAL AREA
SCALE 1:150

NOTE :-
SAND BUNDS.

1.- TYPE AND DIMENSIONS OF THE CATENARY FOUNDATION SHALL BE DETERMINED IN COORDINATION WITH THE RAILWAY WORKS PHASE IN ORDER TO MINIMIZE DISTURBANCE OF THE EARTHWORKS EXECUTED IN THIS PHASE-I

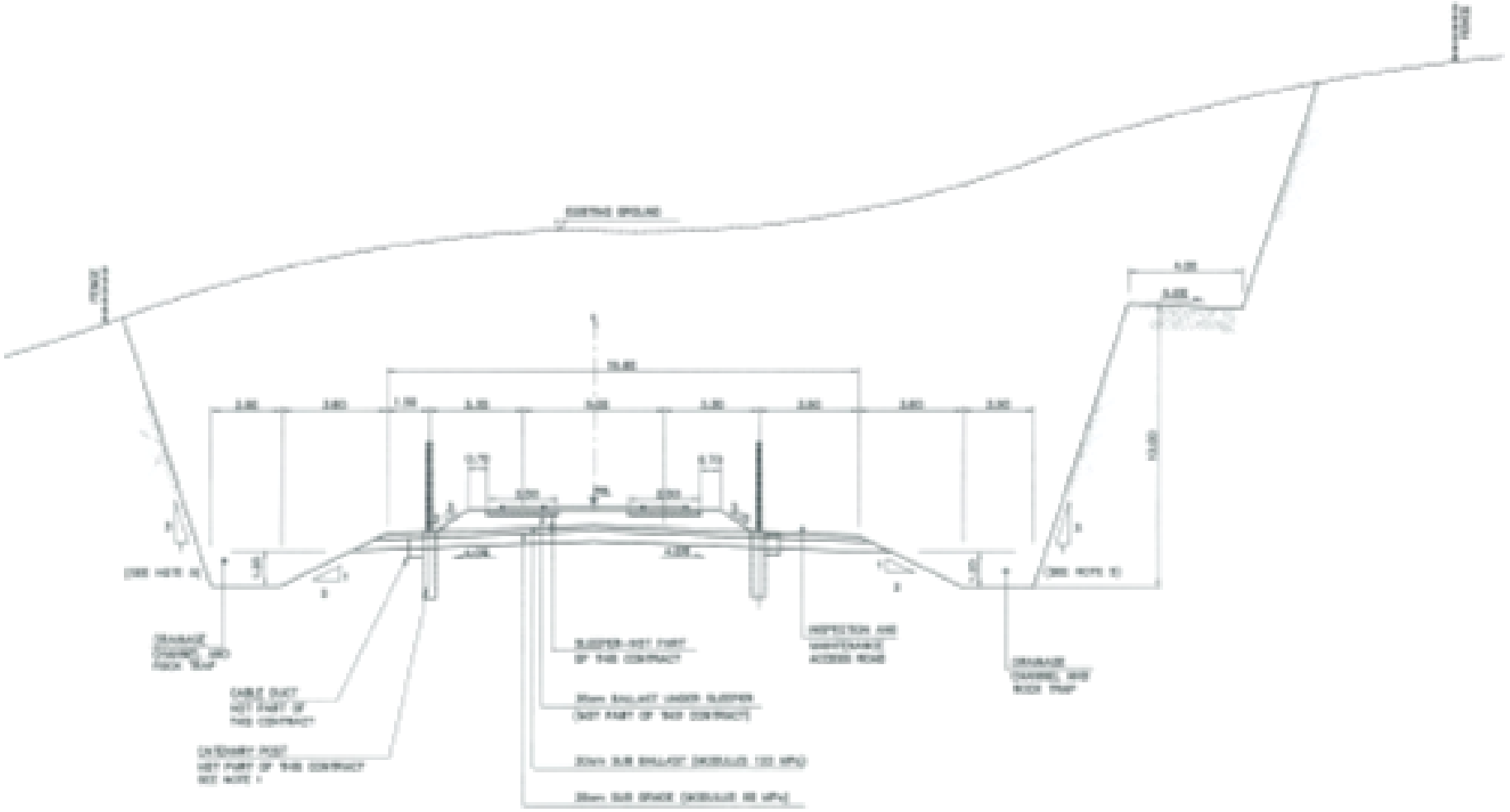
2.- FOR THE EXPECTED LOCATIONS OF DIFFERENT SOIL AND ROCK MATERIALS PLEASE REFER TO THE CONCEPT DESIGN REPORT

3.- THE SHOWN CUT AND FILL SECTIONS FOR EMBANKMENTS AT SAND DUNE ARE PRELIMINARY ; ADDITIONAL DETAILED STUDY SHOULD BE CARRIED OUT TO CONFIRM / MODIFY THESE SECTIONS

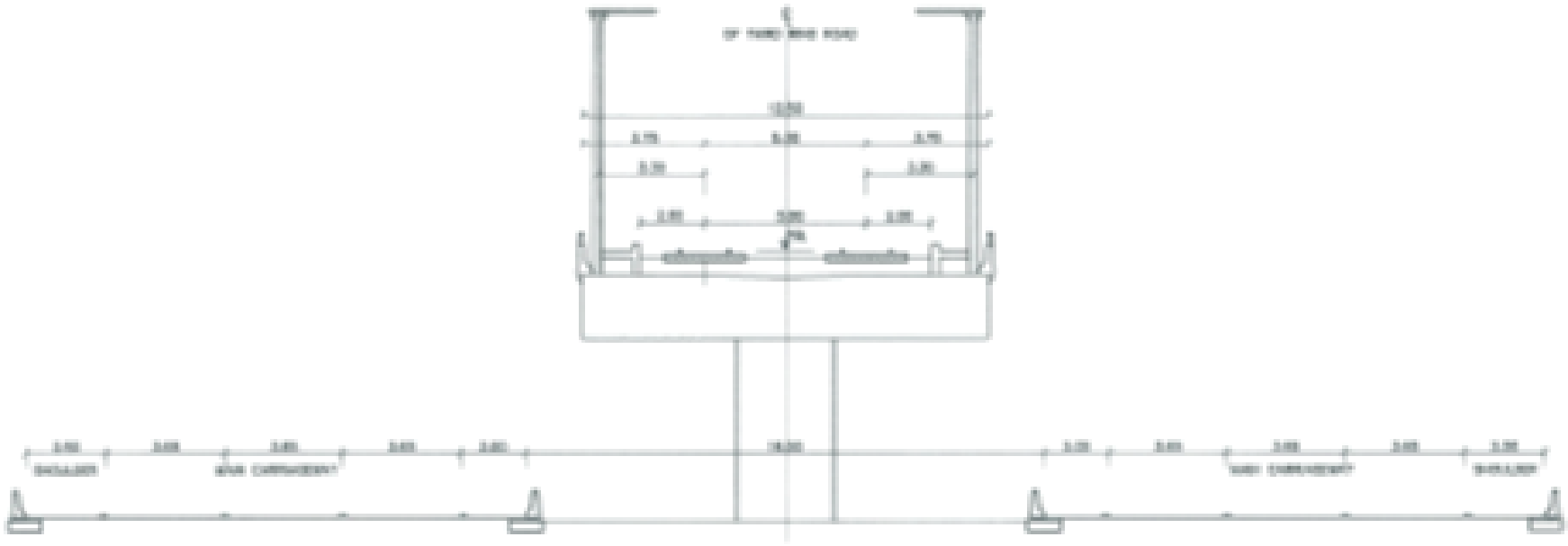
4.- THE NECESSARY PROTECTION MEASURES SHALL BE MAINTAINED AS SHOWN ON THE SECTIONS

5.- DRAINAGE LAYER IS TO BE MAINTAINED AT THE LOCATIONS WHERE SUBSOIL LAYERS ONLY GROUND WATER LEVEL OF NATURAL IMPERVIOUS MATERIALS ARE ENCOUNTERED

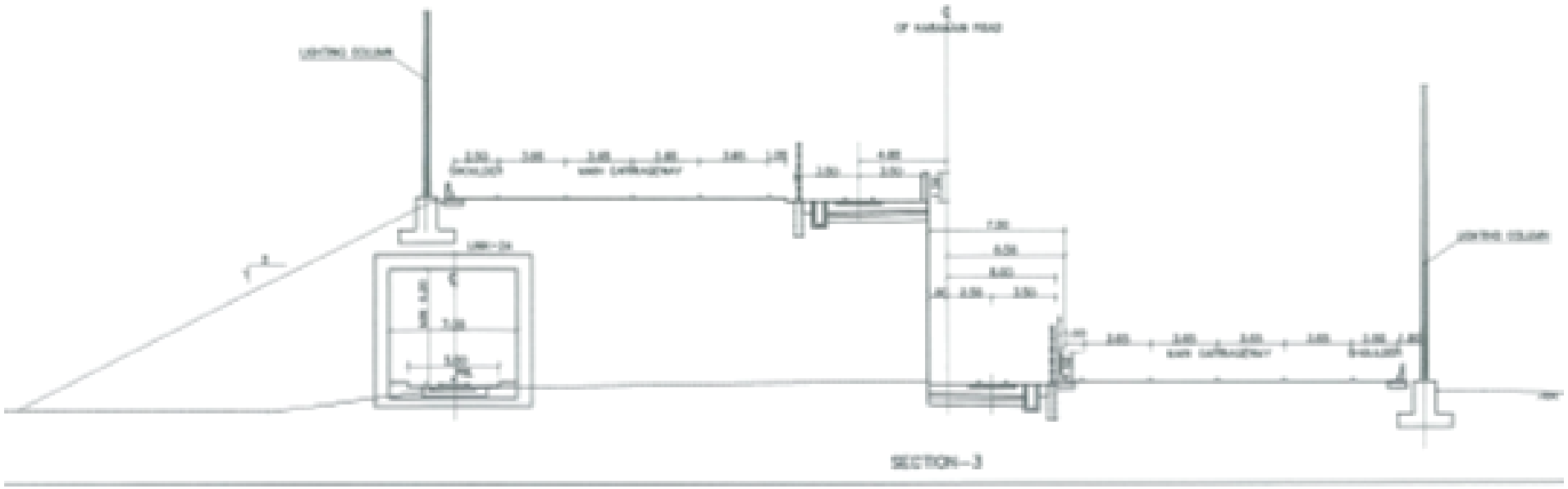
6.- BROKEN IMPERMEABLE FOR THE NATURAL MATERIALS DOWN TO A DEPTH OF AT LEAST 10.0 M AT THE LOCATIONS OF SAND DUNES TO REACH A MODULUS OF 50 Mpa



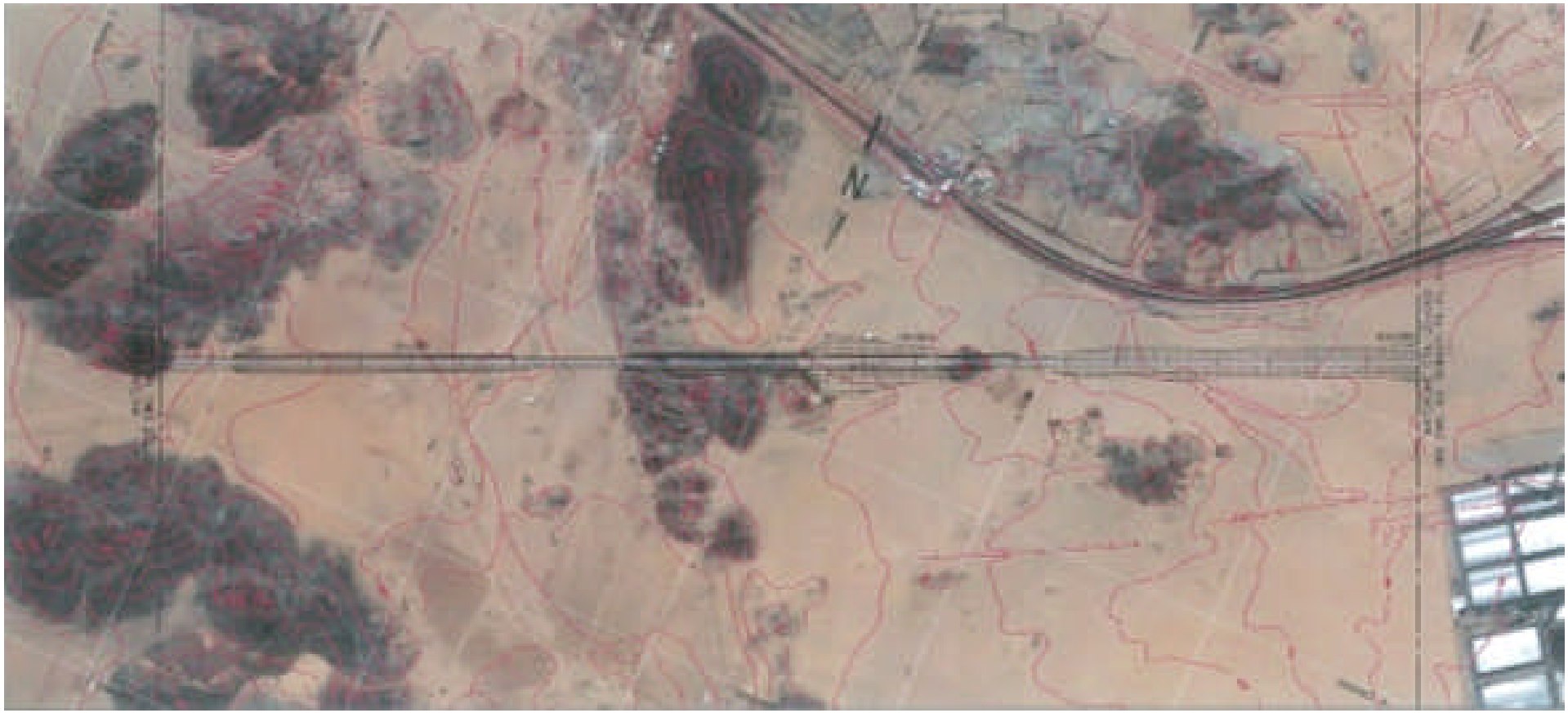
TYPICAL CROSS SECTIONS
IN ROCK CUT
FOR DOUBLE TRACK PLATFORM
HARAT AREA

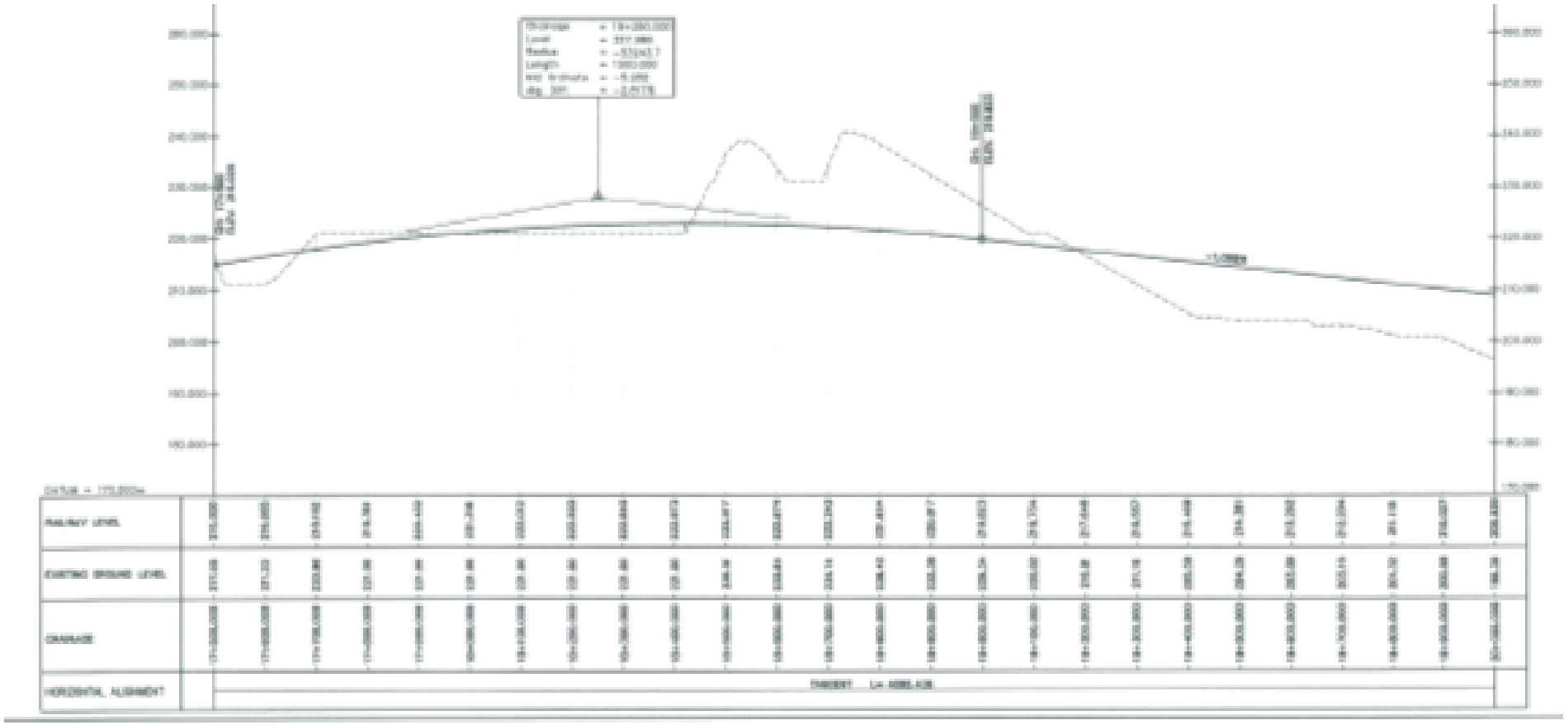


TYPICAL CROSS SECTION OF DOUBLE TRACK PLATFORM
WITH ELEVATED RAILWAY ON BRIDGE IN CENTRAL MEDIAN
OF MADINAH THIRD RING ROAD

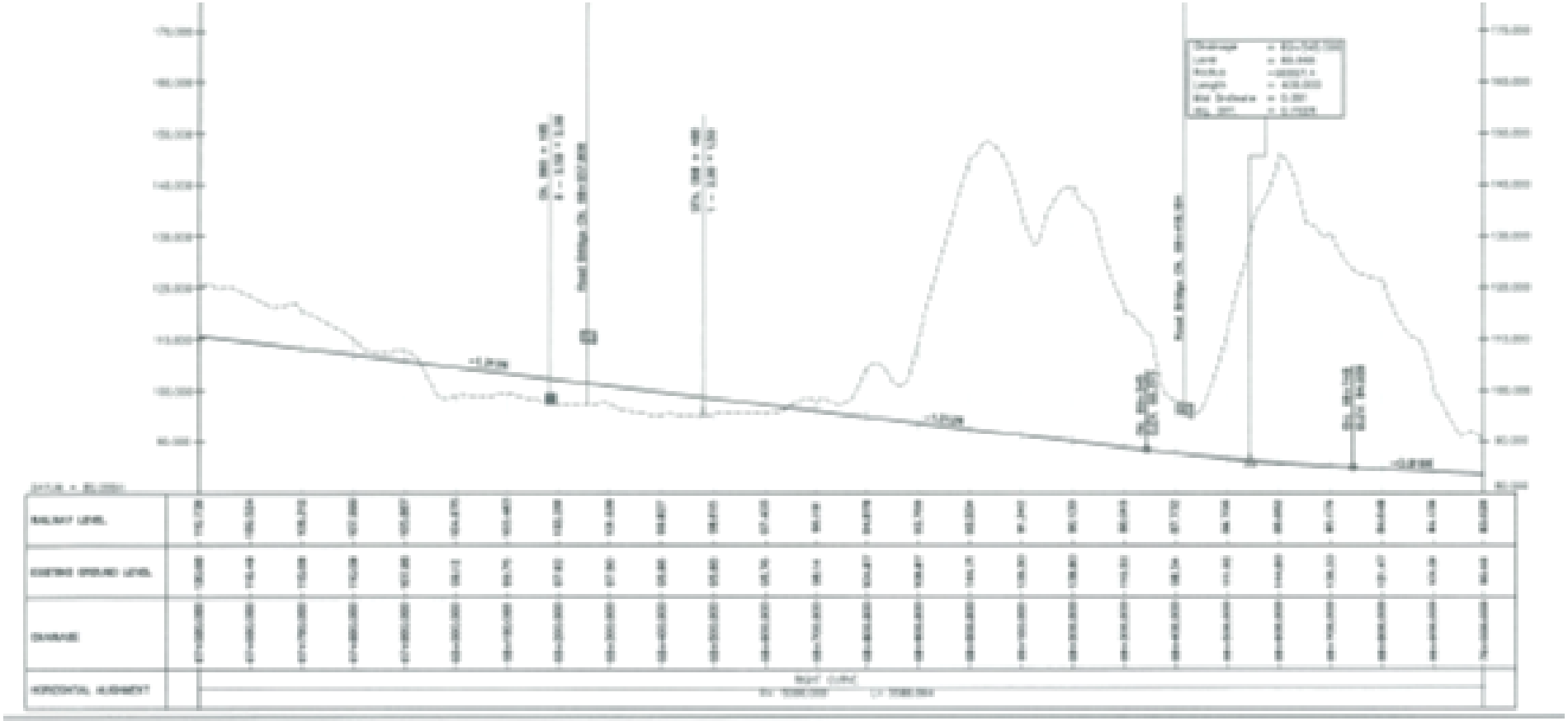


SECTION–3


N


RAILWAY LEVEL
EXISTING GROUND LEVEL
CHAINAGE
HORIZONTAL ALIGNMENT

N



قضيب المسير

يعتبر القضيب من أهم مكونات السكة حيث أنه يقوم بالوظائف الهامة التالية:

- تحديد مسار الوحدات المتحركة على السكة.
- نقل الأحمال الرأسية للمحاور من العجل وتوزيعها على فلنكات السكة.
- نقل القوى الأفقية من العجل إلى فلنكات السكة.
- يوفر سطح املس وسلس لمسير العجلات على السكة.
- توصيل التيار الكهربائي الخاص بالإشارات في السكك التي تعمل بنظام الإشارات الكهربية.

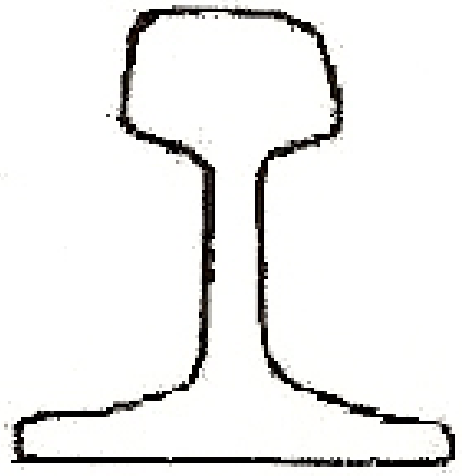
ويرمز للقضيب بوزن المتر الطولي منه مثل ٤٥ كج/م أو ٦٠ كج/م، وأهم قطاعات القضبان الموجودة حالياً هي:

- قطاع القضيب الفنيول Standard Rail

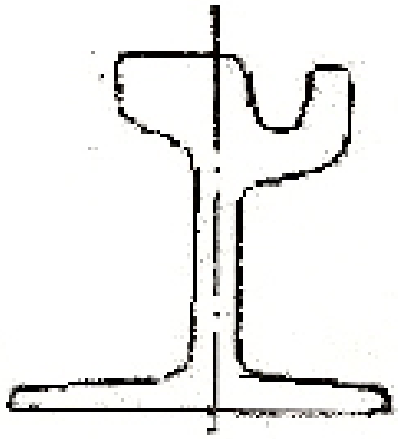
قطاع القضيب ذو التجويف Grooved Rail

Rails

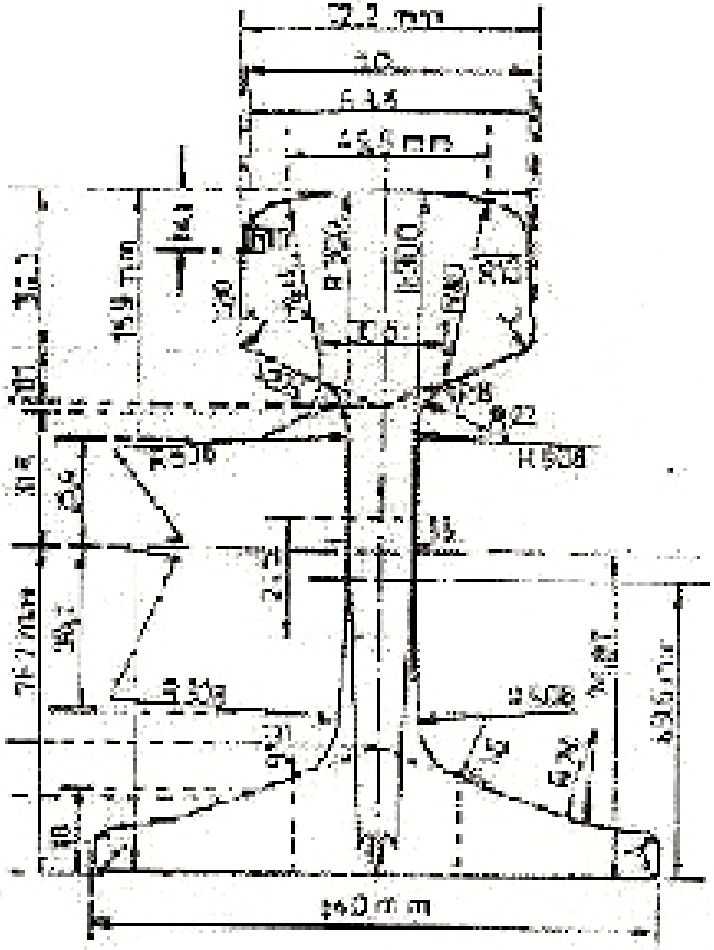
1. Guide the flanged wheels in the vertical, lateral, and longitudinal directions.
2. Provide a smooth running surface.
3. Transfer wheel loads to spaced ties without large deflection.
4. Resist tension failure from longitudinal tensile force caused by rail temperature reduction.
5. Help resist buckling from longitudinal compression force caused by rail temperature increase.
6. Resist fatigue cracking from repeated wheel loads.
7. Provide strong bolted or welded joints.
8. Limit rail impact by maintaining track geometry and truing wheels to limit ‘‘false flange’’ wear on wheel and rail and reduce wheel defects such as engine burns, corrugations, and flat spots.
9. Permit tracks to cross over each other and permit trains to switch from one track to another.



قضيب فينول

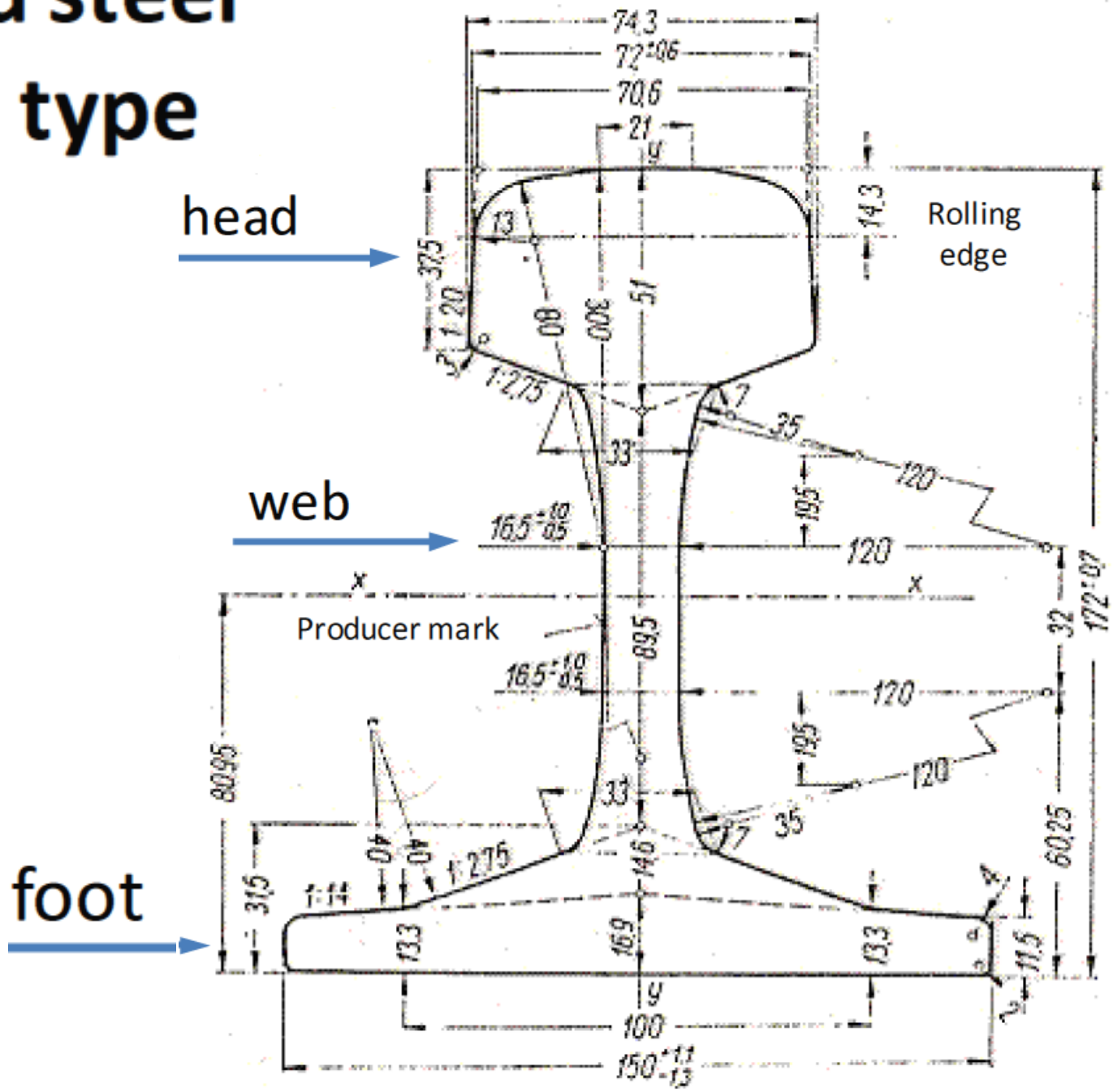


قضيب ذو تجويف



قضيب 54 دولي

Standard steel rail S60 type



Technical data of European rails

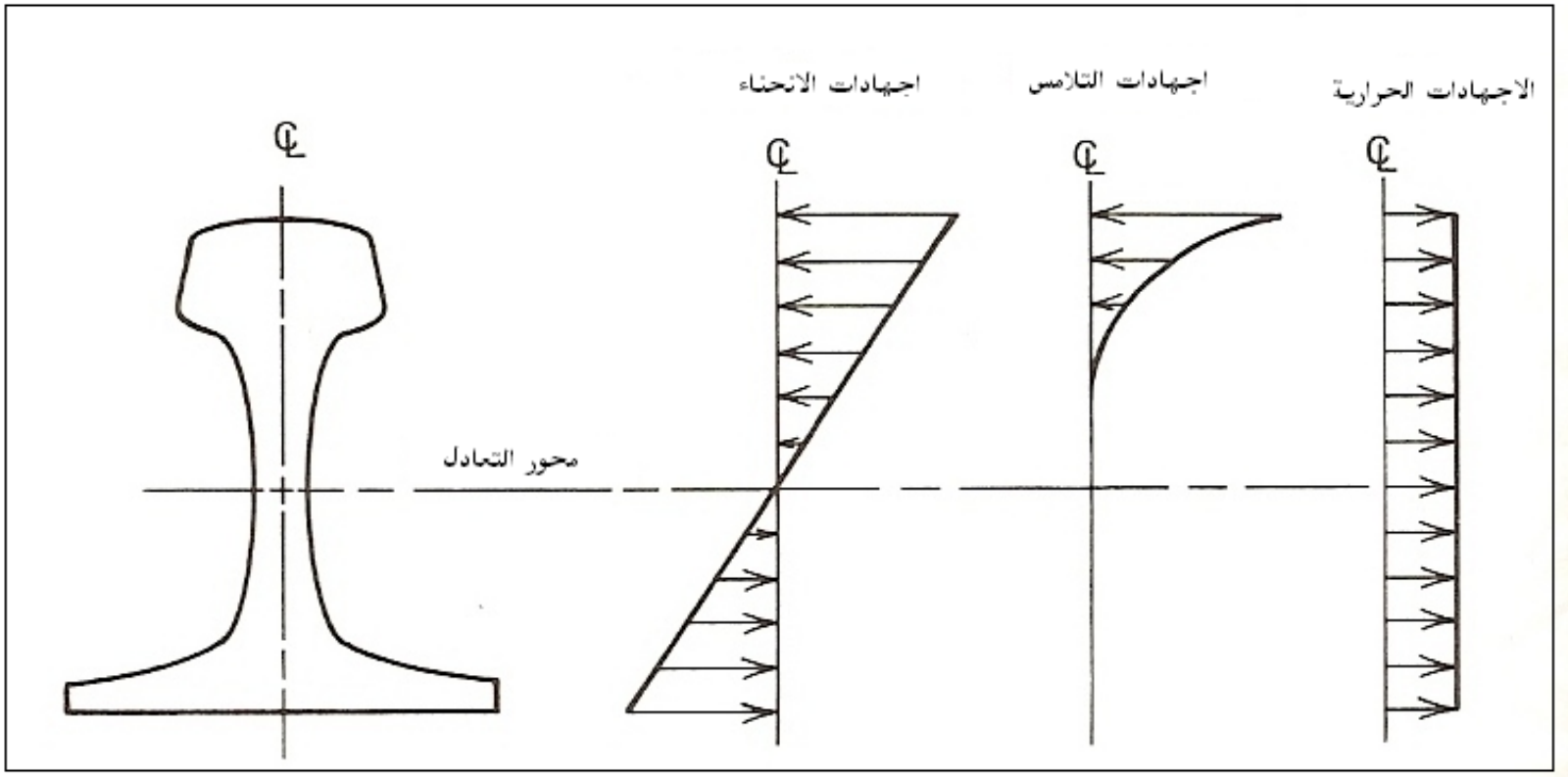
Type	Mass kg/m	Bending characteristic W_x [mm³]	Moment of inertia I_x [mm⁴]	Height H [mm]	Foot width S [mm]	Head width G [mm]
S49	49,43	240×10^3	1819×10^4	149	125	65,4
S54	54,54	262×10^3	2073×10^4	154	125	65,8
UIC50	50,18	$253,6 \times 10^3$	1940×10^4	152	125	68,6
UIC54	54,43	$279,19 \times 10^3$	2127×10^4	159	140	68,6
UIC60	60,34	$335,5 \times 10^3$	3055×10^4	172	150	70,6

تعيين الاجهادات فى القضيب

يتعرض قطاع القضيب إلى ثلاثة أنواع مختلفة من الإجهادات من حيث أسباب حدوثها ومناطق تأثيرها وقيمة كل منها. وهذه الإجهادات هي:

١) إجهادات التلامس ٢) اجهادات الإنحناء

٣) إجهادات حرارية



رفايع التثبيت Fasteners

رفايع التثبيت هي وسائل تثبيت القضبان على الفلنكات ويجب أن تتوفر بها الخصائص التالية:

١- المحافظة على اتساع السكة وميل القضيب على الفنكة.
٢- نقل الأحمال بصورة جيدة من القضيب إلى الفلنكة.
٣- تقليل وإضعاف الاهتزازات.
٤- سهولة التركيب والصيانة.
٥- العزل الكهربي.
٦- المرونة الجيدة والكافية.
٧- مقاومة التأكل.
٨- مقاومة التخريب المتعمد

Fastening Systems

1. Restrain the rail in the vertical, longitudinal, and transverse directions.
2. Resist overturning of rail from lateral wheel force.
3. Connect sections of rail to permit safe and smooth train operation.
4. Create a canted (inclined) surface to provide proper wheel/rail contact—wood ties.
5. Spread the rail seat force over a larger part of the tie surface to reduce tie damage— wood ties.
6. Provide resiliency under the vertical wheel load—concrete ties.
7. Reduce tie abrasion at rail seat—concrete ties.
8. Provide damping of the high frequency wheel-induced vibrations—concrete ties.

Types of fastening

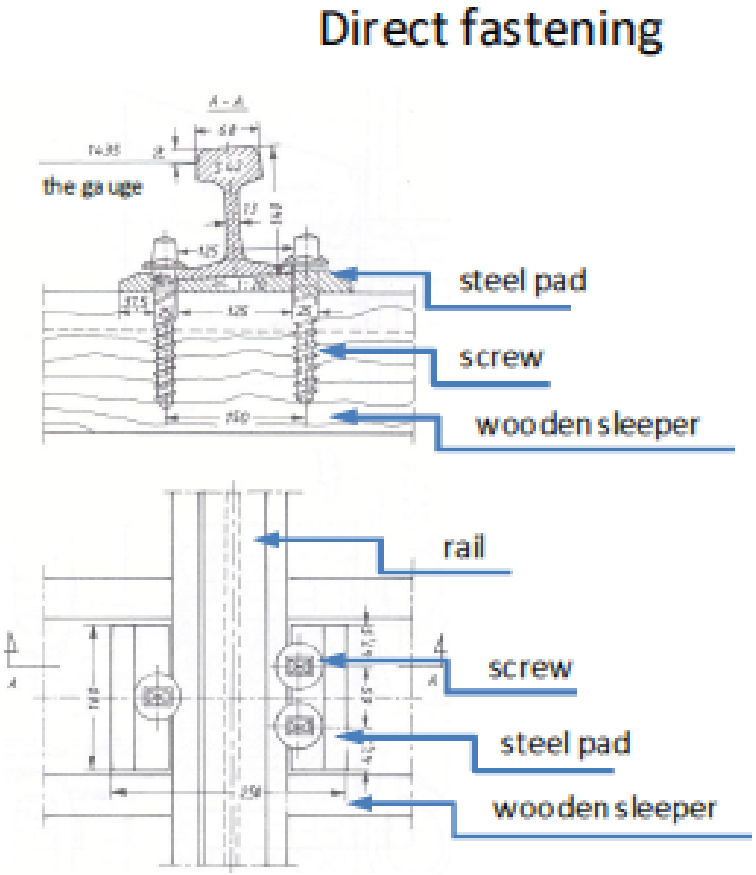
- Direct,
- Classic (K-type),
- Elastic (SB-3, Skl, Nabla, Pandroll-Fastclip, etc.)

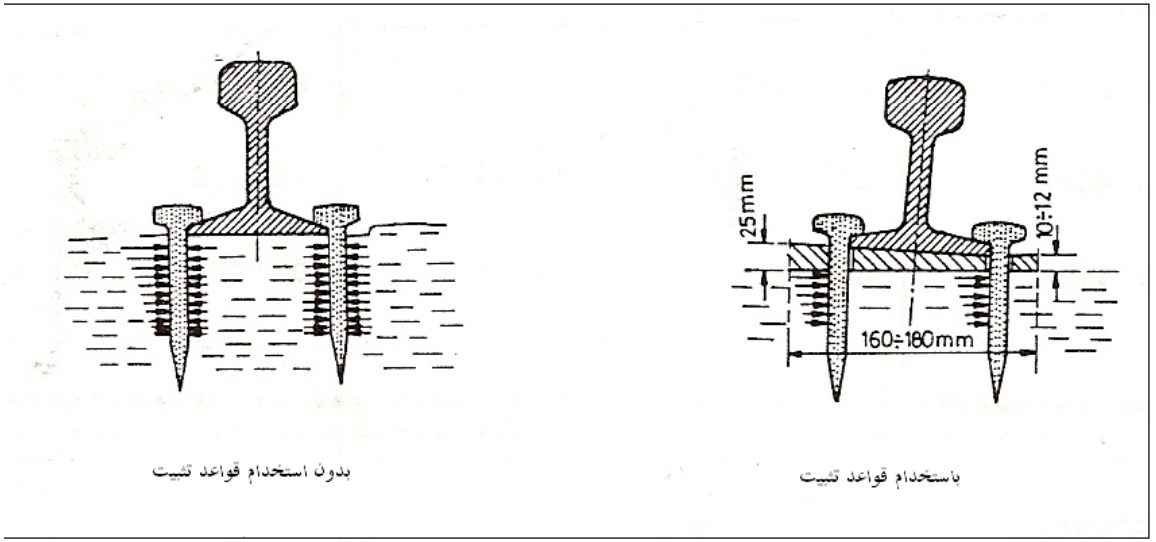
أولا: أنواع الرفايع

تنقسم الرفايع الي نوعين رئيسيين هما الرفايع غيرالمرنة والرفايع المرنة.

أ- الرفايع غيرالمرنة

تستخدم فقط مع الفلنكات الخشب أو الصلب كما هو مبين بالشكل، ومن عيوبها أنه نتيجة الأنفعال الدائم للفلنكة والاهتزازات يحدث خلوص بين المسمار والقضيب وتفك المسامير ويمكن أن يؤدي إلى وقوع حادثة.

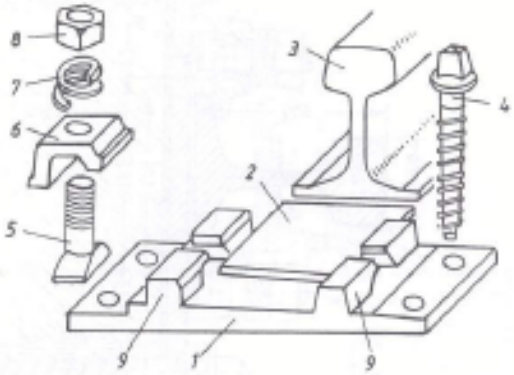




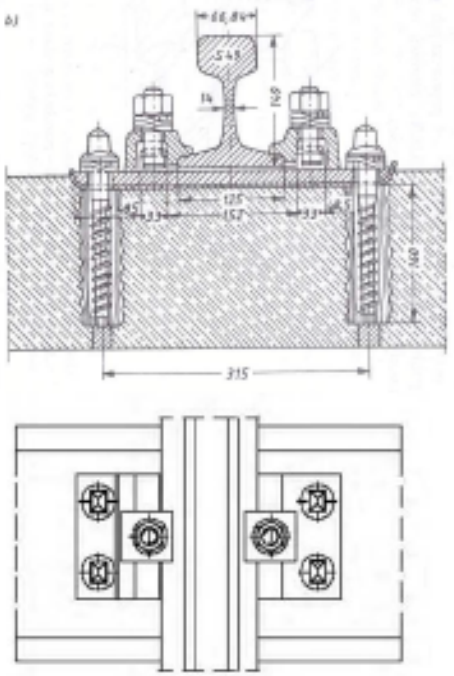
Semi-elastic fastening (Skl-12 type)

1 – wooden sleeper, 2 – steel pad, 3 – screw
4 – spring clamp, 5 – bolt, 6 – rail foot

Classic fastening (K-type)



Disassembled K-type fastening:
1 – steel pad, 2 – poplar or rubber pad,
3 – rail, 4 – screw, 5 – bolt, 6 – frog,
7 – spring washer, 8 – nut, 9 – rib



ب- الرفايع المرنة

يجب استخدامها مع الفلنكات الخرسانية ويمكن استخدامها مع الفلنكات الخشب والصلب وتنقسم إلى نوعين:

١- رفايع مرنة باستخدام مسمار Screw type

تتميز بمقاومة الربط الكبيرة، وسهولة الصيانة والاحلال، مثل Nabla, Vossloh وهي موضحة بالشكل.

وفيما يلي أهم مكوناته:

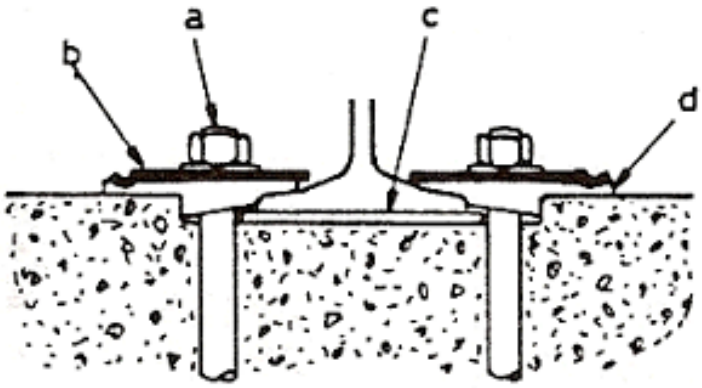
a- مسمار الربط.

b- سوستة (عبارة عن plate).

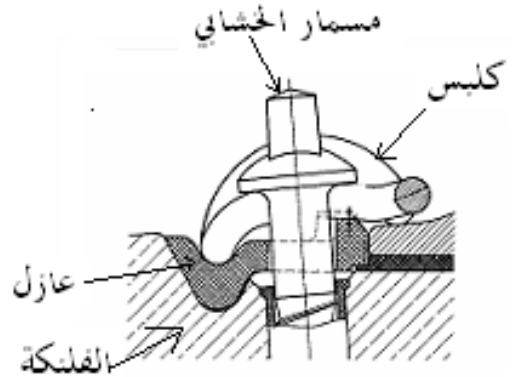
c- وسادة بلاستيكية عازلة لامتصاص الاهتزازات وكعازل بين القضيب والفلنكة.

d- قطعة فيبر للعزل الكهربائي بين القضيب والفلنكة والمسمار.

ويجب أن تقاوم قوة ربط الكلبس المرن للقضيب كل من محصلة حمل العجلة الرأسي و الحمل الجانبي وأيضا جميع القوي المتولدة في قطاع القضيب في الاتجاه الطولي حيث يتم نقل هذه القوي من الكلبس الي مسمار التثبيت(ان وجد)، أو الي كتف الفلنكة الخرسانية. ويجب ملاحظة أن تأثير محصلة حمل العجلة الرأسي و الحمل الجانبي لايصل الي الكلبس المرن الا عندما تقع نقطة تأثير هذه المحصلة خارج قاعدة القضيب.



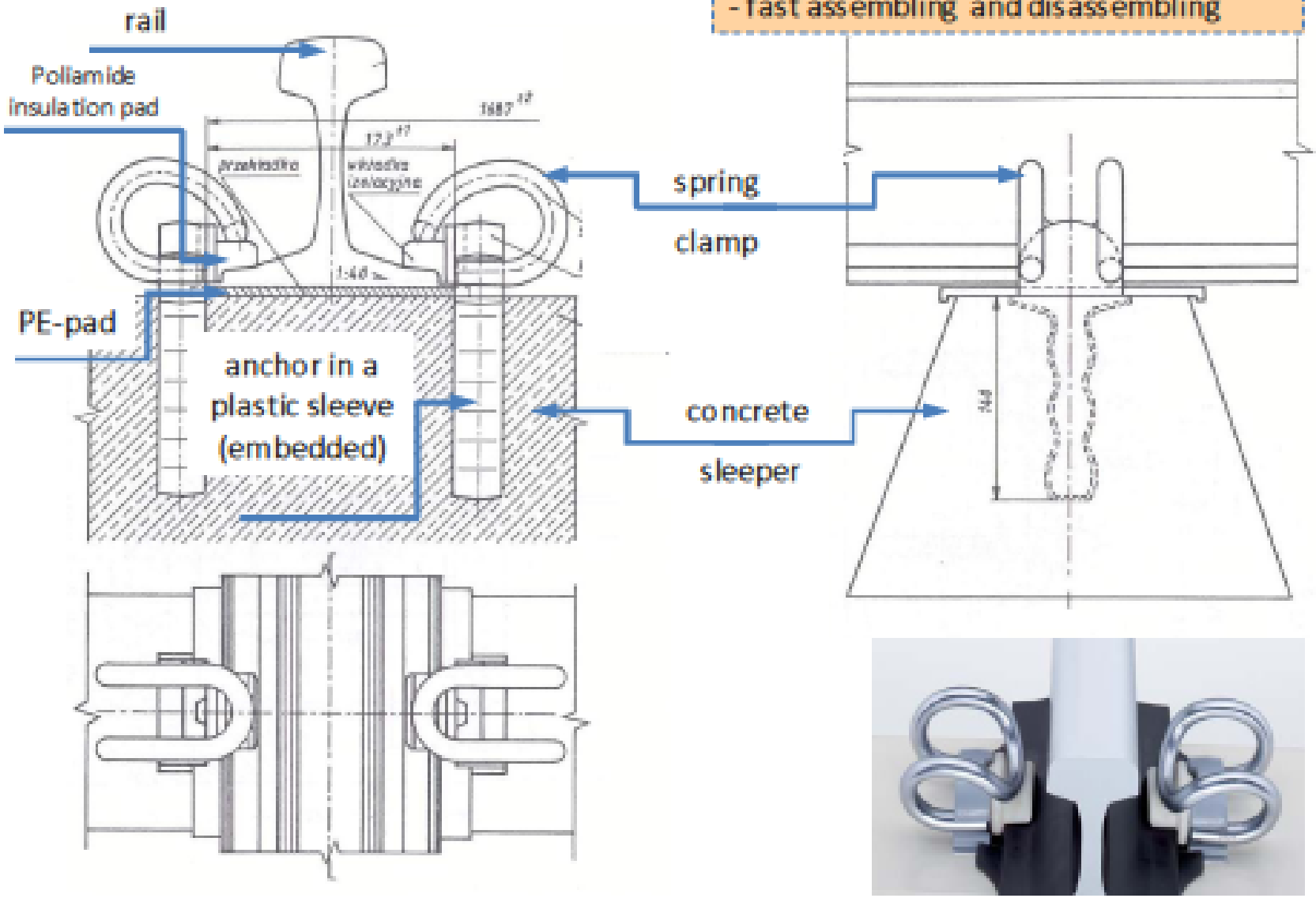
نابله



فوسلوه

Elastic fastening (SB-3 type)

- ensures proper electric insulation and damping of noise and vibration,
- fast assembling and disassembling



- رفايع مرنة باستخدام كلبس زنبركي spring type وبدون مسمار

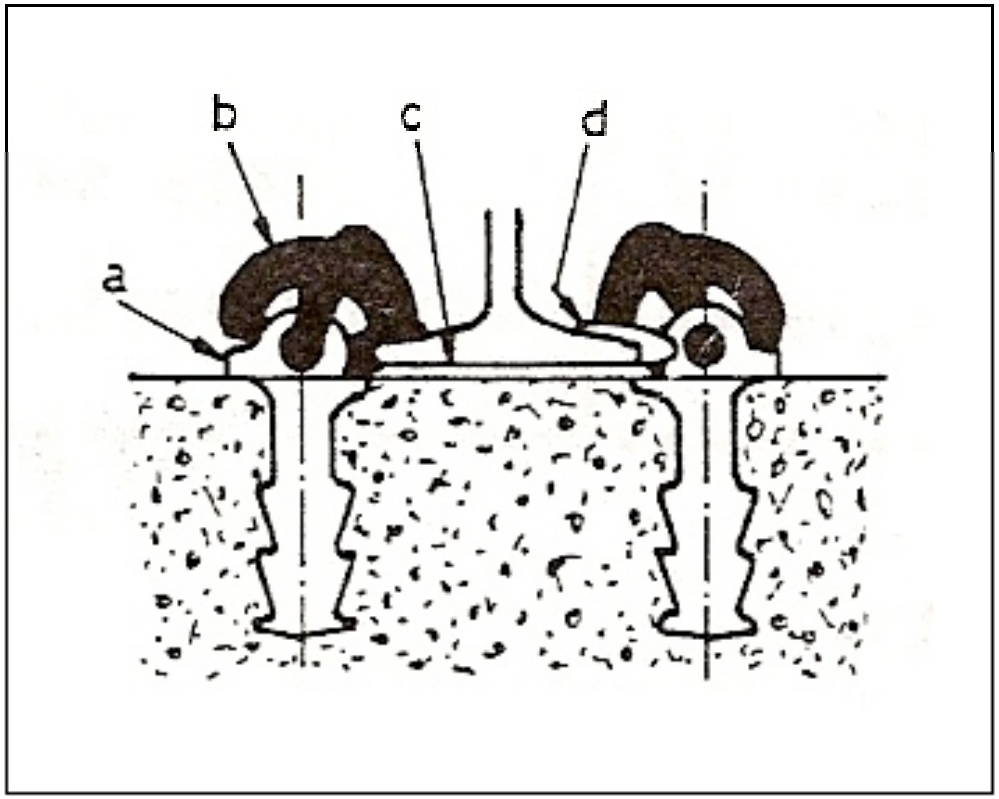
تتميز بأنها أكثر مرونة وبعضها سهل الصيانة والتركيب مثل Pandrol، وأهم مكوناته المبينة بشكل ١٦:

a- قطعة حديد كلبس مثبتة في الفلنكة عند تصنيعها.

b- زنبرك صلب مرن وهو الذي يعطي قوة الربط على القضيب.

c- لينة بلاستيك.

d- قطعة من مادة عازلة كهربياً.



ثانيا: المهام التى يجب أن تحققها الرفايع:

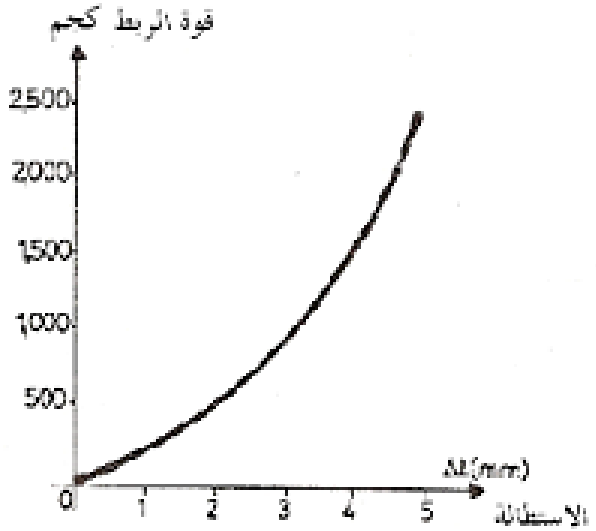
١- قوة الربط يجب أن تكون كافية لجعل مقاومة الحركة بين القضيب والفلنكة أكبر من حركة الفلنكة في البازلت.
٢- التردد الطبيعي (Resonance frequency) يجب أن يكون أكبر من التردد في القضيب.
٣- قوة الربط يمكن اختبارها بدون فك.
٤- الاحتفاظ بالمرونة على المدى البعيد.

٥- كفاءة الرباط (النسبة بين القوة المستخدمة على قاعدة القضيب إلى القوة المنقولة من الرفايع إلى الفلنكة) يجب أن تكون أكبر ما يمكن.

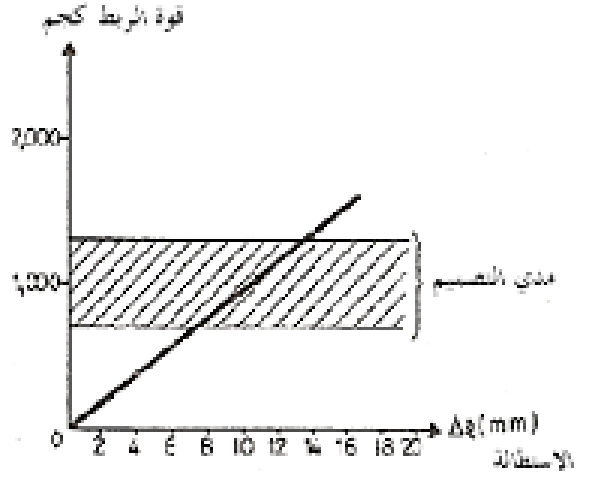
** مقارنة سلوك القوى في الرفايع المرنة وغير المرنة

يوضح الشكل أن قوة الشد في الرباط المرن أقل من قوة الشد في حالة الرباط الغير مرن، وتظل هذه القوة عند أقصي قيمة لها في حالة مرور محاور القطار وأيضا في حالة عدم مرور هذه المحاور عليه. أما في حالة الرباط الغير مرن فتتزايد قوة الشد في الرباط لتصل أقصي قيمة لها عند مرور القطار ثم تقل الي أقل قيمة عند عدم المرور.

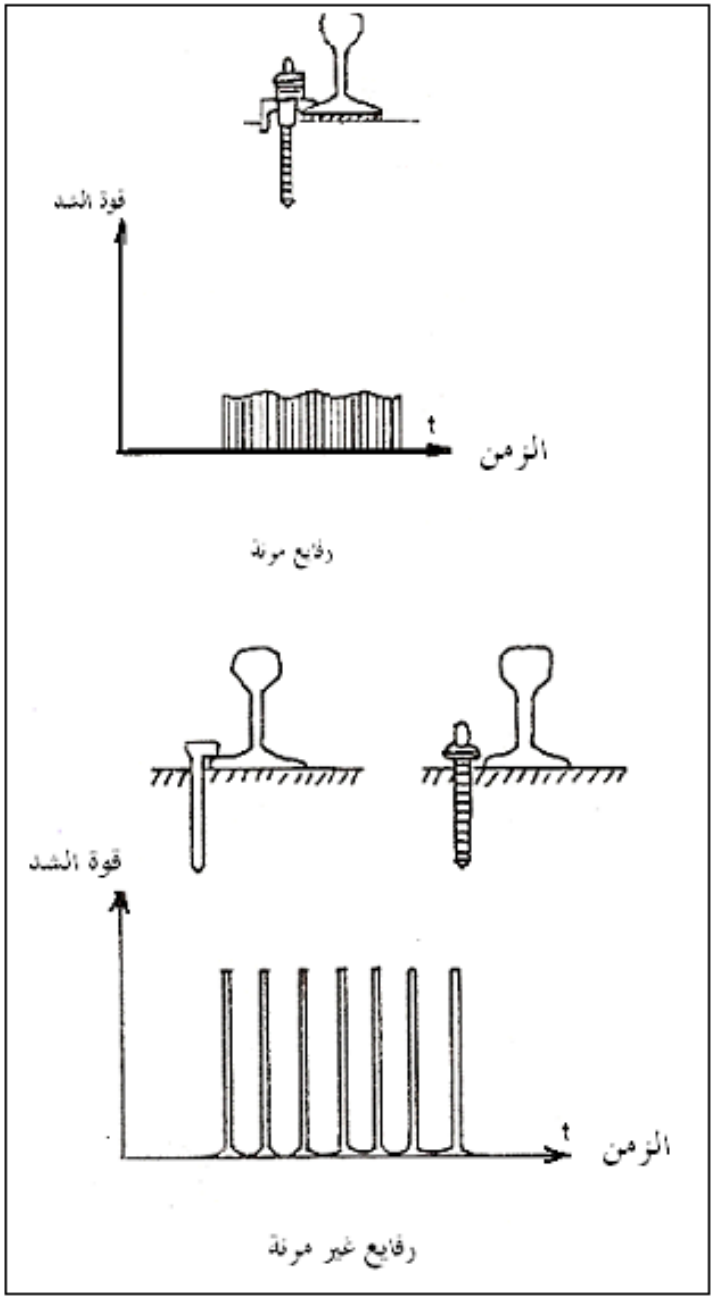
وتكون العلاقة بين القوة والاستطالة غير خطية في حالة الرفايع المرنة المستخدم بها مسمار بينما تكون هذه العلاقة خطية عند استخدام زنبرك كما هو مبين بالشكل.



العلاقة بين قوة الرباط والاستطالة في حالة الربط بالمسمار



العلاقة بين قوة الرباط والاستطالة في حالة الربط بالمسمار باستخدام سوستة



Crossties

1. Transfer the vertical wheel load from the rail through the rail seat to the bottom of the ties to provide an acceptable level or stress for the ties and ballast.
2. Hold the fastening system so that it can restrain the rails at the proper vertical, lateral, and longitudinal position and maintain the required gage.
3. Provide a canted (inclined) surface for proper wheel/rail contact —concrete ties.

الفلنكات هي احد مكونات السكة التي تربط قضيبي السكة معا وتنقل أحمال المحاور إلي طبقة البازلت.

وظائف الفلنكات:

- النقل الجيد للأحمال وتوزيعها من القضبان إلي البازلت.
- المحافظة على اتساع السكة .
- تثبيت جيد للقضبان على الفلنكات بميل ١/٢٠ أو ١/٤٠ .
- تحقيق مقاومة ميكانيكية جيدة للسكة في الاتجاهين الرأسي والأفقي.
- العزل الكهربي الجيد بين قضيبي السكة.

- أنواع الفلنكات

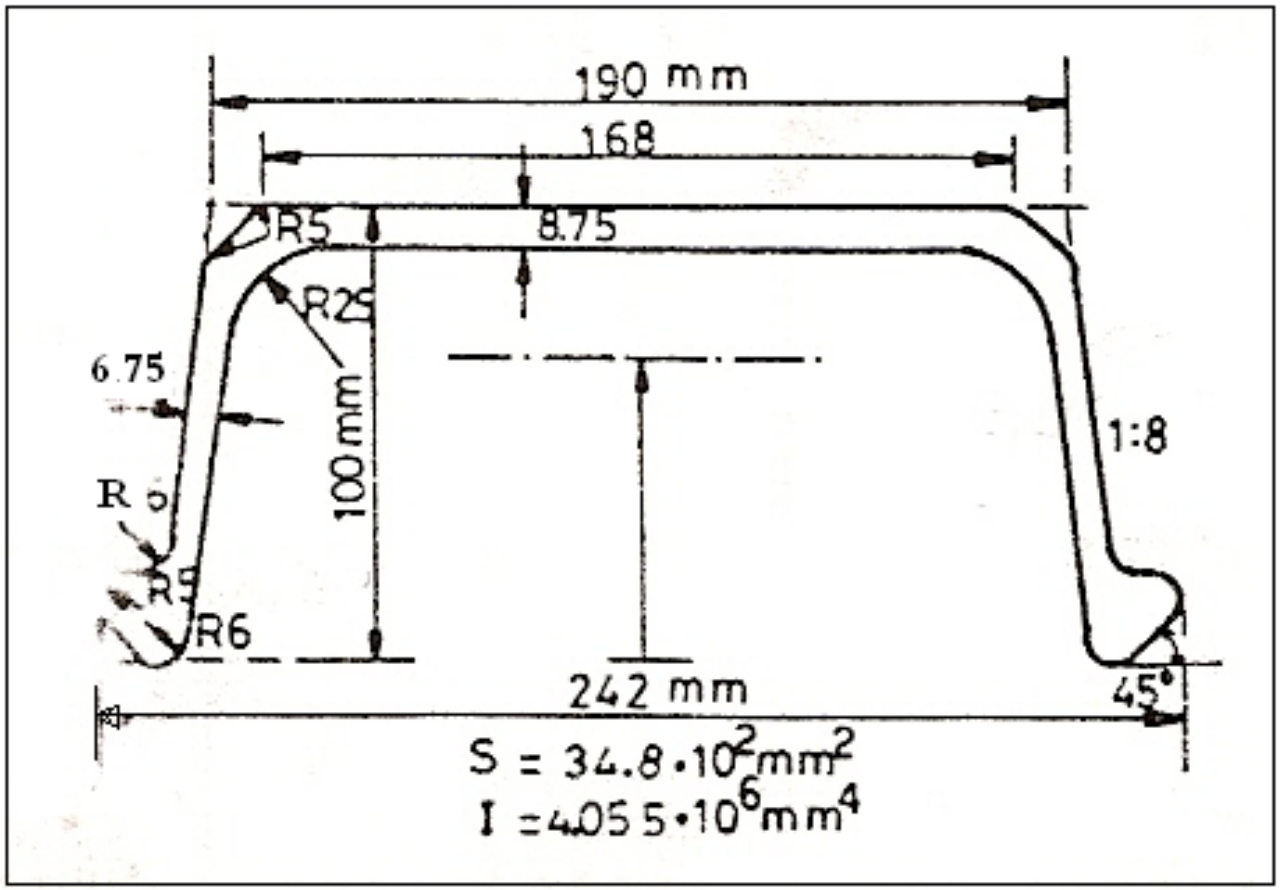
لقد تم تصنيع الفلنكات أولا من الخشب ثم من الصلب سنة ١٩٠٨ ثم من الخرسانة سنة ١٩٥٠ ، ويوجد حوالي ٣ مليار فلنكة بشبكات السكك الحديدية العالمية، ويبلغ عدد الفلنكات الخرسانية في بداية التسعينيات حوالي ٥٠٠ مليون فلنكة ويتم إحلال حوالي ٢% إلى ٥% من أجمالي الفلنكات سنوياً.

ويتم اختيار نوع الفنلكة الملائمة للسكة بعمل دراسات الجدوى التي يجب أن تأخذ في الاعتبار العوامل التالية:

- تكاليف تصنيع أو شراء الفلنكات.
- تكاليف شراء رفايع التثبيت الملائمة لكل فلنكة.
- عمر الفلنكة.
- مدى قيمة الفلنكات بعد انتهاء عمرها في السكة.

الفلنكات الصلب

تصنع من الحديد الصلب على شكل حرف U، ويجب ثني أطرافها لتعطي ثبات وتعشيق أكبر من البازلت، ويتم تثبيت القضيب على الفلنكة بواسطة المسامير والصواميل والكلبسات



•مميزات الفلنكة الصلب

•سهولة التصنيع.
•سهولة التركيب والصيانة.
•تجعل اتساع السكة ثابتاً لفترة طويلة دون حدوث مشاكل في الاتساع.
•تعطي السكة مقاومة جانبية عالية.
•عمرها طويل، ويبلغ متوسط عمرها ٥٠ سنة.
•تستخدم كحديد خردة بعد انتهاء عمرها في السكة.

•عيوب الفلنكة الصلب

•تعطي ضوضاء عالية.
•تحتاج لوسائل عزل كهربي جيدة.
•تتعرض للصدأ والتأكل بفعل العوامل الجوية، خاصة في المناطق الصناعية والساحلية.

الفلنكات الخشبية

تصنع الفنكات الخشبية من الزان أو الأوك الذي يقطع من الغابات الأوربية، أو من خشب الأزوب الذي يقطع من الغابات الاستوائية، ويتمك معالجتها بمواد كيميائية خاصة مثل قطران الفحم لزيادة عمرها. ويتم شنبرة الفلنكة للحفاظ على قطاعها من التشقق. ويبلغ طول الفلنكة ٢٦٠ سم وعرضها ٢٥سم وبسمك ١٥ ــ ١٦سم.

•مميزات الفلنكة

- •مرنة بدرجة كبيرة.
- •توزيع الحمل بطريقة جيدة.
- •تناسب التربة الضعيفة بدرجة كبيرة.
- •أكثر عزل للكهرباء.
- •ارتفاع القطاع أقل من الفلنكات الأخرى.

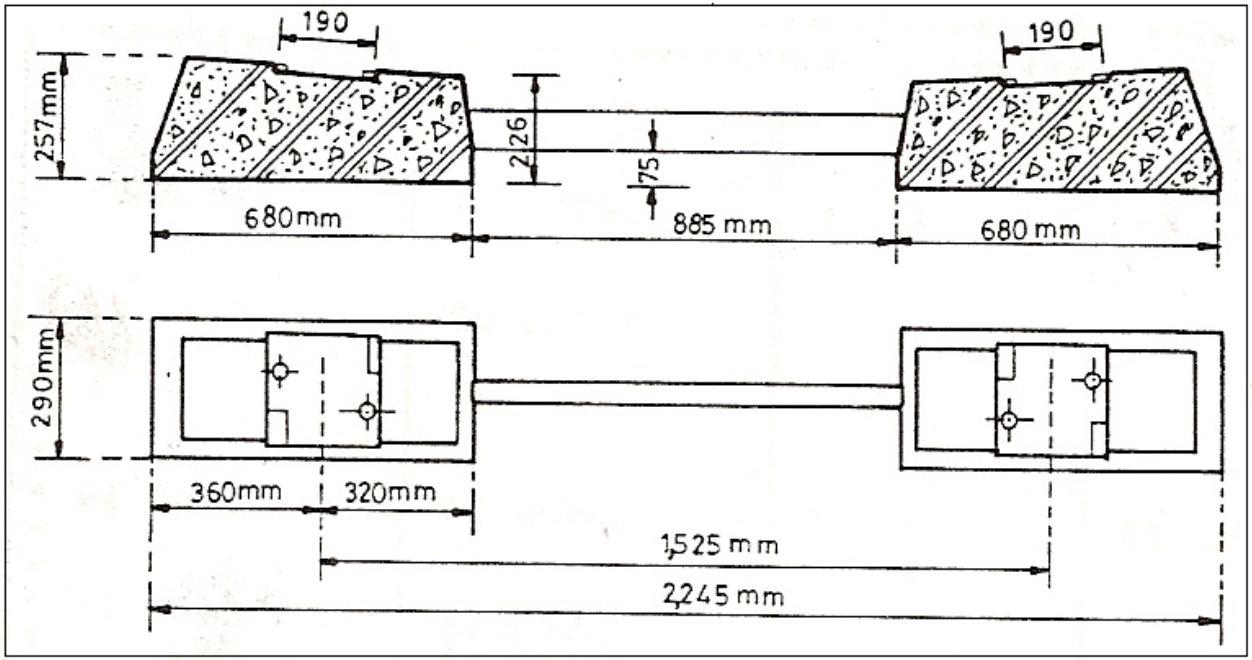
•عيوب الفلنكة

- •تكلفتها الاقتصادية عالية.
- •مقاومتها الجانبية قليلة بسبب خفة وزنها.
- •عمرها قصير بالنسبة للأنواع الأخرى كنتيجة للطبيعة الحيوية للخشب نفسه ونقص الخواص الميكانيكية مع الزمن، حيث يبلغ عمر الفلنكة الأوك ٢٥ سنة وعمر الفلنكة الزان المعالج ٣٠ سنة و الأزوب غير المشرب ٤٠ سنة و الأزوب المشرب ٤٥سنة.

- الفلنكات الخرسانية

يوجد نوعان من الفلنكات الخرسانية وهما

أولا: الفلنكة ذات القطعتين Twin Block



•المميزات

•تقاوم الحركة الجانبية بدرجة عالية كنتيجة لثقل وزنها وتسمح بسرعات عالية.

•تحافظ على اتساع السكة.

•عمرها طويل (٥٠ سنة)

•سهولة التصنيع.

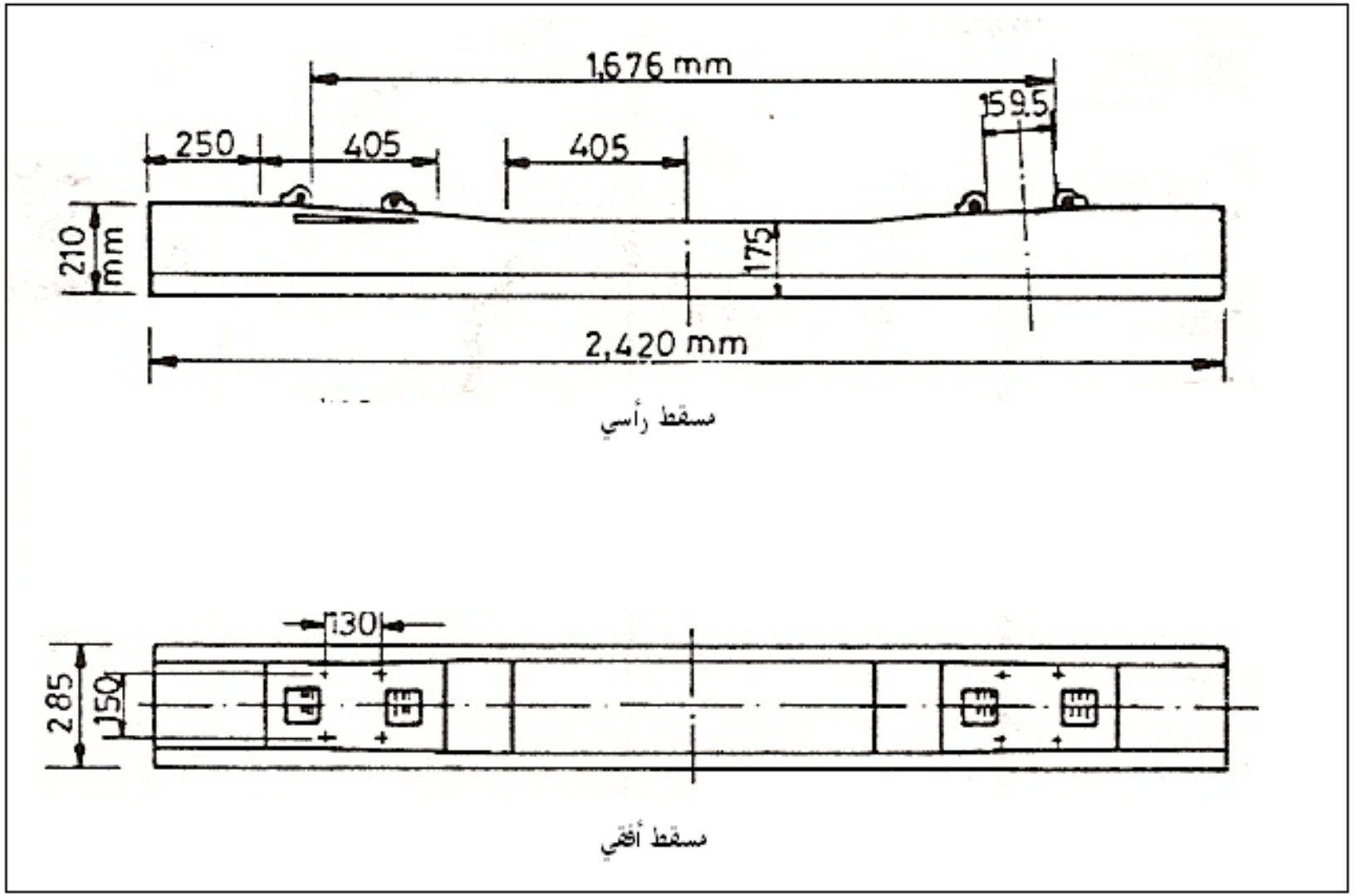
•أقل ثمنا من الفلنكة الخشب.

- **العيوب**
- في حالة نقص سمك أو قلة البازلت فان هذه الفلنكة لا تعطي مقاومة جانبية عالية.
- لا بد من استخدام رفايع تثبيت مرنة.
- صعبة النقل بسبب ثقل وزنها.
- أقل مرونة من الفلنكة الخشب.

ثانيا: الفنلكة ذات القطعة الواحدة Mono Block

- أهم الخصائص الهندسية
- تصنع من الخرسانة سابقة الاجهاد لتتحمل الاجهادات المتغيرة.
- ارتفاع الفلنكة عند المنتصف أقل من الارتفاع أسفل القضيبين.
- تحتاج كمية حديد أقل من الفلنكة ذات القطعتين.
- أقل وزناً عن الفلنكة ذات القطعتين.

- **أهم مميزات**
- تحافظ على اتساع السكة بدرجة جيدة.
- عمرها طويل (٥٠ سنة).
- توزع الأحمال توزيعاً جيداً أفضل من ذات القطعتين.
- يمكن استخدامها حتى حمل محور ٣٠ طن وسرعة قطار حتى ٢٥٠ كم/ ساعة.



مسقط رأسي

مسقط أفقي

Ballast

1. Restrain the ties against vertical, lateral, and longitudinal forces from the rails.
2. Reduce the pressure from the tie-bearing area to a level that is acceptable for the underlying materials.
3. Provide the ability to adjust track geometry by rearranging the ballast particles by tamping and lining.
4. Assist in drainage of water from the track.
5. Provide sufficient voids between particles to allow an efficient migration of unwanted fine particles from the ballast section.
6. Provide some resiliency to the track to decrease rail, rail component, and wheel wear.

السكك المزلطة (سكك على بازلت) Ballasted tracks

يتكون القطاع التقليدي من قضيبين مثبتين على الفلنكات ويتم استخدام طبقة من كسر البازلت في تثبيت وتدعيم السكة وترتكز هذه الطبقة على طبقة من التربة الزلطية القوية Sub-ballast layer والتي تنقل الإجهادات بدورها إلى الأرض الطبيعية .

وأهم مميزات هذا النوع :

١- تكاليف الإنشاء أقل من الأنظمة الأخرى .

٢- سهولة تركيب وإحلال السكة .

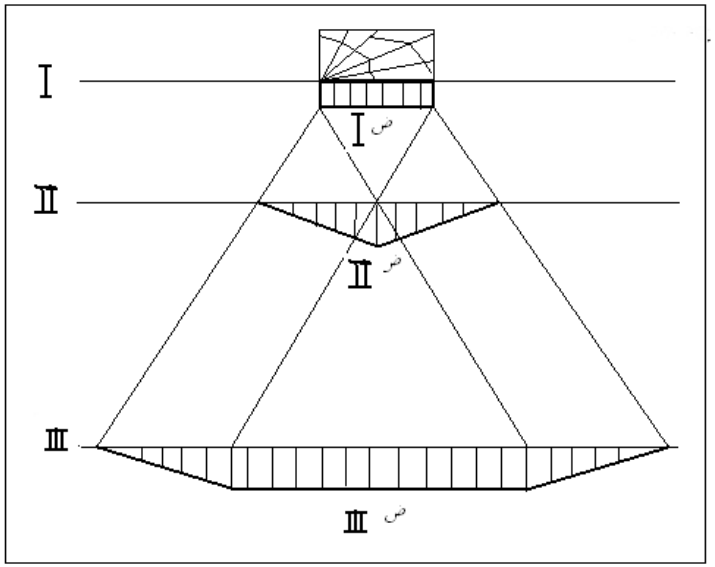
٣- سهولة أعمال الصيانة .

٤- سهولة تنفيذ تخطيط السكة مثل المنحنيات وسهولة ضبطها .

٥- جودة القطاع في صرف مياه الأمطار .

٦- يعطي مرونة عالية السكة .

٧- ضعف الضوضاء المنبعثة من السكة .



وظائف طبقة البازلت

- نقل الاجهادات من الفلنكات إلى تربة التأسيس.
- إضعاف وامتصاص الاهتزازات.
- تثبيت الفلنكات ومنع تحرك السكة في الاتجاهين الطولي والعرضي.
- تصريف مياه الأمطار من السكة.
- يسمح بالتخطيط الهندسي للسكة وإعادة تصحيحها عند الصيانة.

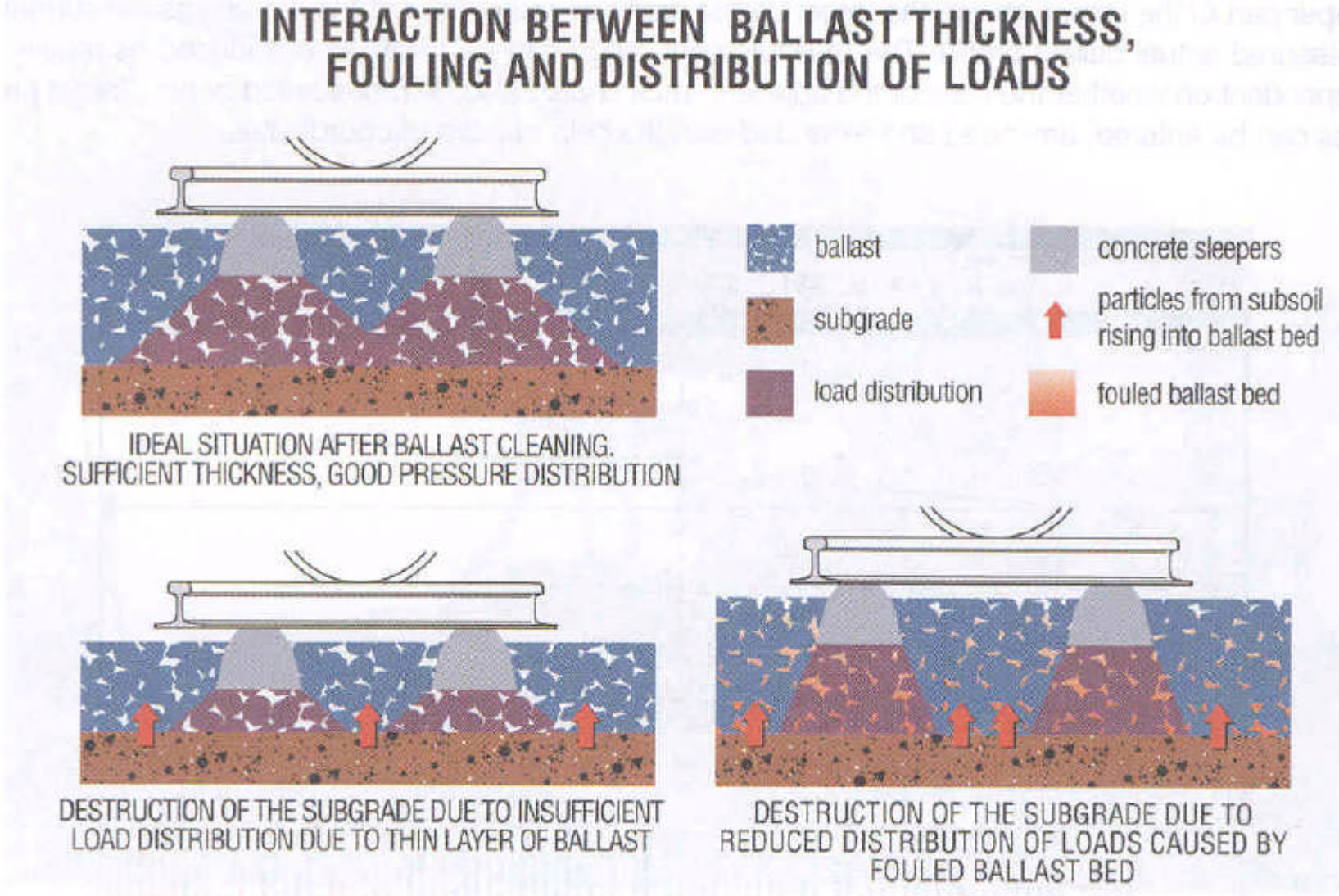
لتحقيق الوظائف المذكورة يجب أن يكون البازلت من كسر حجر قوي وصلد ويجب أن يكون زاوي الشكل ومتدرج ونظيف وخالي من التربة والملوثات.

مقاس المنخل مم	نسبة المار من المنخل
٥٠	١٠٠%
٢٨	أقل من ٢٠%
١٤	٠%

Table 7: Track Ballast Gradation Requirements

	PERCENT BY WEIGHT PASSING	
	MAINTRACK	**WALKWAY**
Screen Size	**AREMA 4A**	**AREMA 5**
2 ½”	100%	
2	90-100%	
1 ½’	60-90%	100%
1”	10-35%	90-100%
¾”	0-10%	40-75%
½”		15-35%
3/8”	0-2%	0-15%
No.4		0-5%

How does the ballast system fail?



Ballast-tamping

Every time the tines go in it (each tamping cycle) creates 4kg of fines!

As track quality deteriorated more tamping won't necessarily help!

Subballast

- Subballast shall be composed of crusher run granite or limestone and shall meet the requirements as set out in Chapter 1 (Roadway and Ballast) Part 2 (Ballast), Section 2.11 (Sub-Ballast Specifications) of the current AREMA Manual.
- Sub-Ballast material shall conform to the grading requirements

1. Maintain separation between the ballast and subgrade particles.
2. Prevent attrition of the hard subgrade surface by the ballast.
3. Reduce pressure from the ballast to values that can be sustained by the subgrade without adverse effects.
4. Intercept water from the ballast and direct it to the track drainage system.

5. Provide drainage of water flowing upward from the subgrade.
6. Provide some insulation to the subgrade to prevent freezing.
7. Provide some resiliency to the track.

Table 6: Subballast Gradation Requirements

SCREEN SIZE	PERCENT BY WEIGHT PASSING	
	Graded Aggregate.	Crusher Run
1 1/2”	100%	100%
3/4”	60-100%	
No.10	30-55%	15-45%
No.60	8-35%	
No.200	5-20%	5-12%

Subgrade

1. Provide a stable platform on which to construct the track.
2. Limit progressive settlement from repeated traffic loading.
3. Limit consolidation settlement.
4. Prevent massive slope failure.
5. Restrict swelling or shrinking from water content change.

Drainage

Drainage is the single most important factor governing the performance of track substructure. A properly functioning drainage system provides the following:

1. Intersects the water seeping up from the subgrade
2. Diverts the surface water flowing toward the track
3. Removes water falling onto the track
4. Carry off stone dust, sand, and other debris that otherwise could foul the track.