SASPARM 2.0

Support Action for Strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation

SASPARM 2.0

2014 PROJECT FOR CIVIL PROTECTION FINANCIAL INSTRUMENT PREPAREDNESS AND PREVENTION SCHEME

Seismic Conceptual Design التصميم الزلزالي المفاهيمي

Jalal Al Dabbeek

UPDRR center. NNU, PS
seiscen@najah.edu

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

SASPARM 2.0

EUCENTRE European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering

IUSS Scuola Universitaria Superiore Pavia

الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي
Seismic Performance and Building Configuration

Seismic Conceptual Design التصميم الزلزالي المفاهيمي

د. م. جلال الدبيك، مدير وحدة علوم الارض وهندسة الزلازل في جامعة النجاح الوطنية،
ونائب رئيس الهيئة الوطنية للتخفيف من اخطار الكوارث

Nablus نابلس

24- 05 - 2016

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

Presentation outline

1. General Introduction :

   - Overview of seismic risk assessment

   - Seismic hazard – faulting system and seismicity of Palestine.

2. Local geology conditions and site effects;

3. Seismic conceptual design and vulnerability of Palestinian buildings :
(The effect of architectural and structural configurations on seismic performance of buildings);

4. Seismic performance of non-structural elements

5. Reinforcement of structural elements.

Part two

Seismic conceptual design and vulnerability of Palestinian buildings :

التصميم الزلزالي المفاهيمي وقابلية اصابة المباني الفلسطينية

(The effect of architectural and structural configurations on seismic performance of buildings)

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

التصميم الزلزالي المفاهيمي Seismic Conceptual Design

يتم استخدام أكثر من طريقة في تصميم المباني لمقاومة الزلازل ، ولكل طريقة منها مستوى معين لعامل الأمان الذي توفره، فالمباني العادية يمكن تصميمها زلزالياً باستخدام طرق التصميم الزلزالي العادية أو تلك التي تسمى المبسطة، في حين يتطلب تصميم المستشفيات والمباني الأخرى عالية الأهمية أو الحساسة، كمباني الدفاع المدني، والمباني العامة والحكومية، توفير مستويات متقدمة من الأمان. وبشكل عام يساهم التصميم الزلزالي العادي للمباني بزيادة سعر تكلفة المبنى بنسبة تتراوح بين ٣% و ٥%، في حين أن التصميم الزلزالي للمباني المهمة والحساسة قد يؤدي إلى زيادة التكلفة بنسبة تتراوح بين ١٠% و١٥%.

وبناءً على أهمية المباني ومستويات عامل الأمان الذي تتطلبه، يتم تحقيق متطلبات التصميم، ويساهم إخضاع الهيئة المعمارية والإنشائية للمبنى لعدد من الضوابط والمعايير في تحسين سلوكها الزلزالي، وبالتالي تقليل قابلية إصابتها الزلزالية، وهذا ما يعرف هندسياً باسم التصميم المفاهيمي (Conceptual design)، **وللاطلاع على أهم هذه الضوابط والمعايير انظر الرسومات التوضحية الموضحة في الجداول وتفاصيل التسليح المرفقة في هذه النشرة، ولمزيد من الإيضاحات والتفاصيل يمكن الرجوع إلى كتاب الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي للمباني .** وعموماً يمكن إجمال أهم الضوابط والمعايير بما يلي:

SASPARM 2.0

EUCENTRE European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering

IUSS Scuola Universitaria Superiore Pavia

قابلية الإصابة الزلزالية لانماط المباني الدارجة في فلسطين

Seismic Vulnerability of Common Buildings in Palestine

والهيئة المعمارية والانشائية

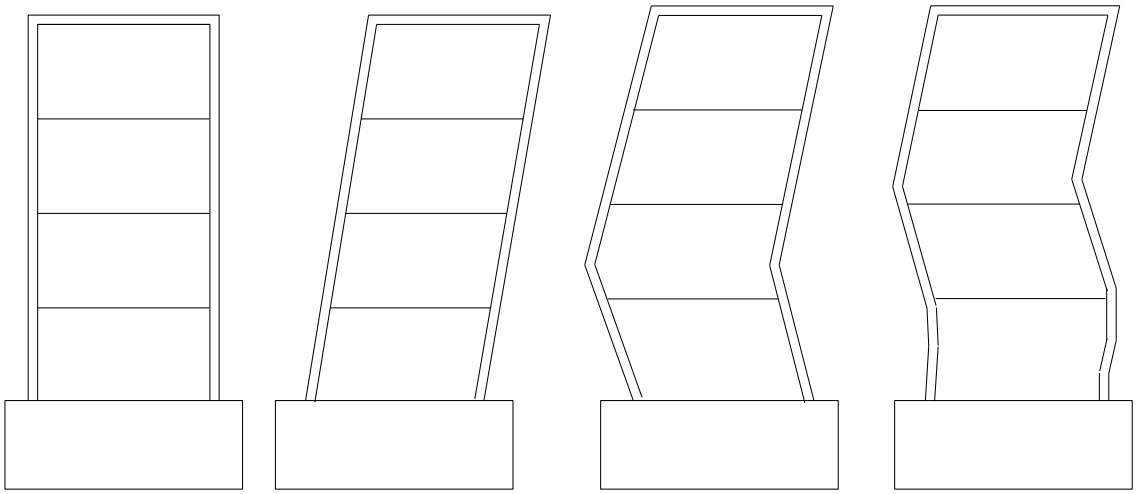
Architectural and Structural Configurations

Jalal Al Dabbeek, UPDRR center. NNU, PS

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

طرق التحليل والتصميم الزلزالي
Seismic Analysis and Design Methods

أ) طرق التحليل الديناميكية Dynamic Analysis Method



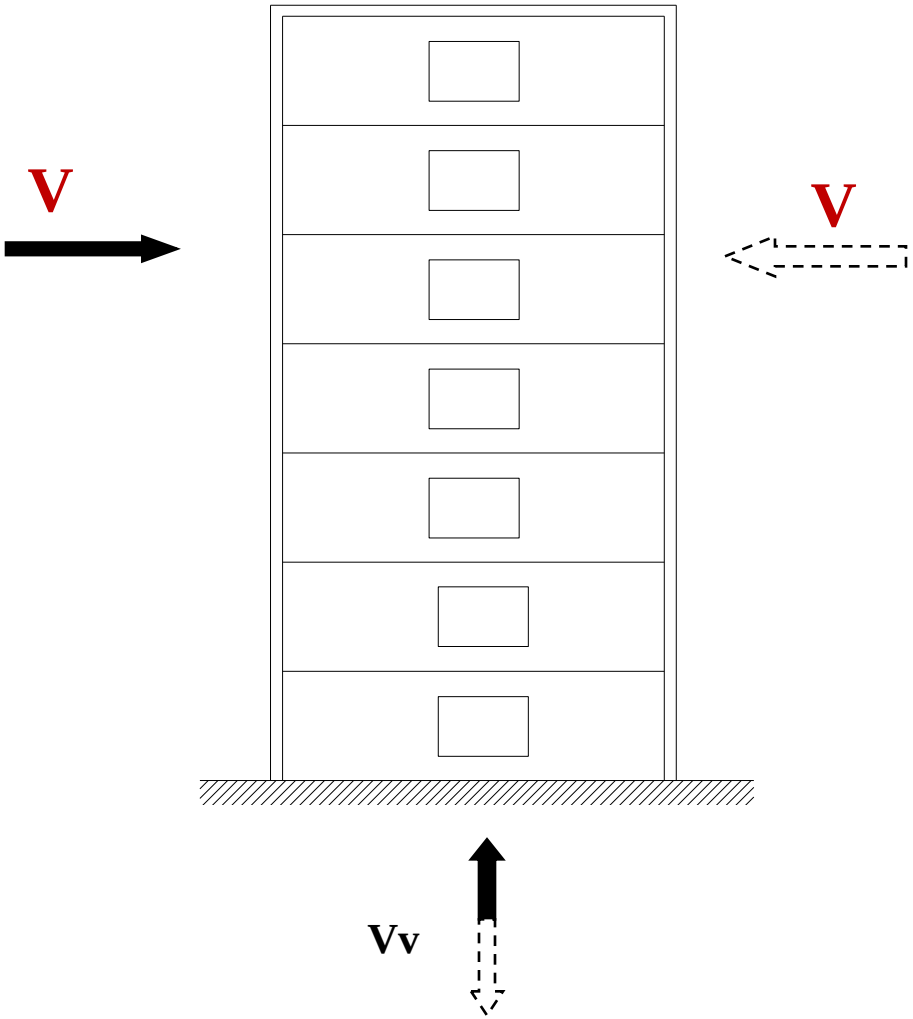
أ) النموذج الأول أقل تردد أو أكبر زمن دوري

ب) النموذج الثاني

ج) النموذج الثالث

شكل (٤): نماذج الحركات الاهتزازية المحتملة للمنشآت

Classification of building vibration motion modes



شكل (٥): آلية تأثير القوى الزلزالية الأفقية و الرأسية استناداً للطرق الإستاتيكية المكافئة

$$V = \frac{C_v\, I}{R\,.\,T} W$$

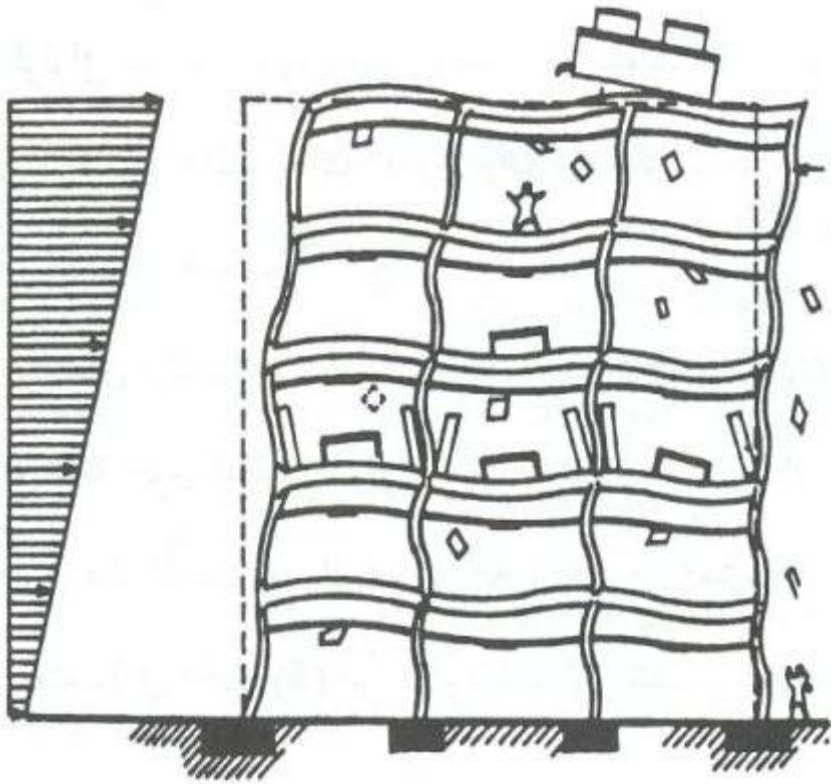
حيث:

معامل زلزالي يتم ايجاد قيمته من الجداول من Cv - Seismic factor
Sو Zخلال العوامل

Z معامل زلزالية المنطقة - Seismic zone factor

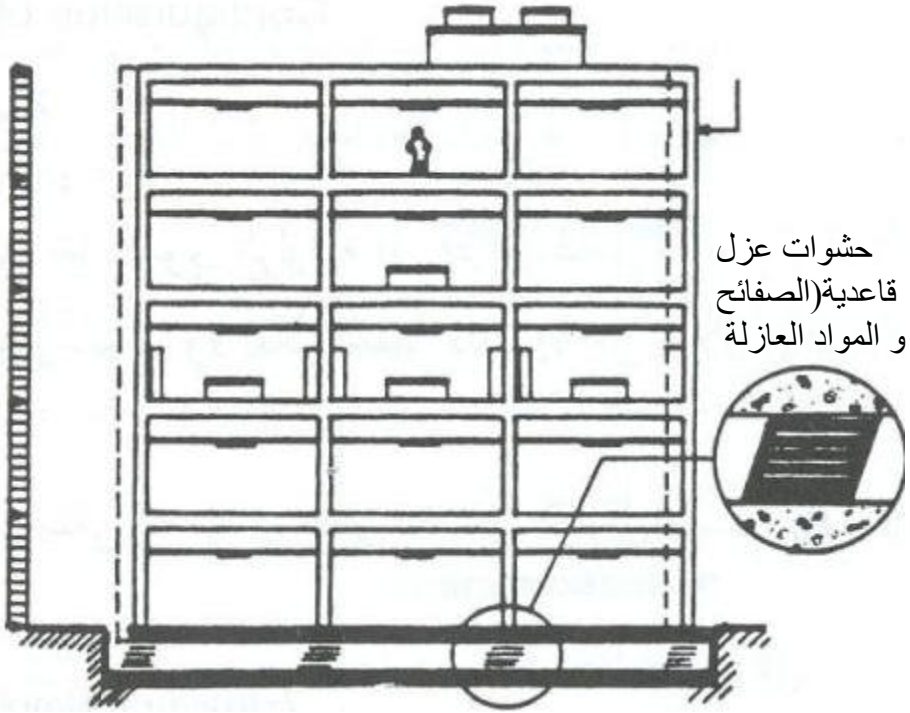
S معامل نوعية وتأثير تربة الموقع - (Site effect – soil profile)
تمثل أصناف المقاطع الشاقولية SE SF، SD، SC، SB، SA، حيث
IBC.، وكود البناء الدولي UBC97للتربة كما وردت في جداول كود البناء

ازاحات /أو تشوهات جانبيةΔ



شكل (٢.٨) : منشأ مبنى عادي مقاوم للزلازل

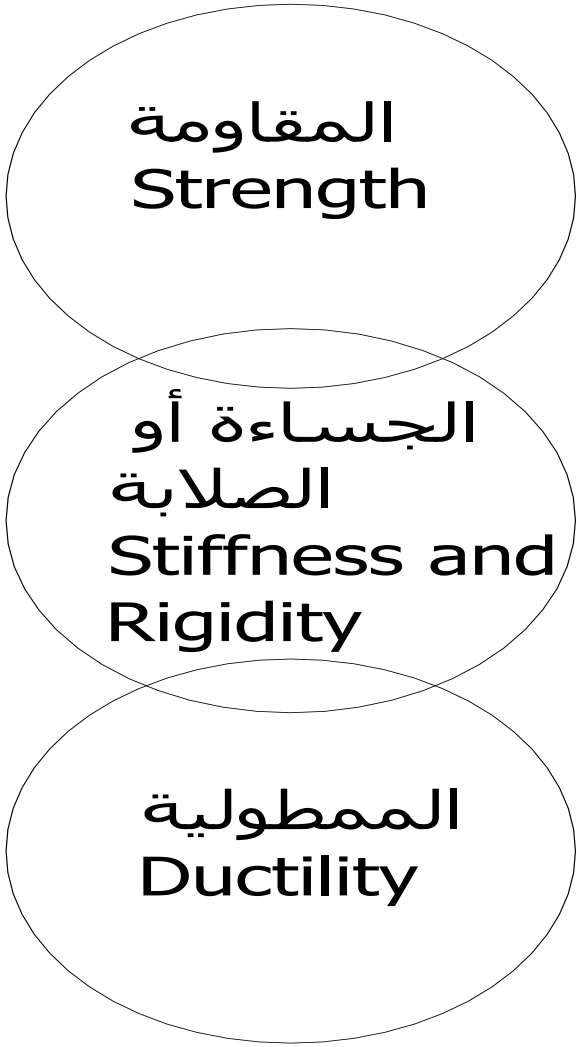
يمكن إهمال الإزاحات الطابقية

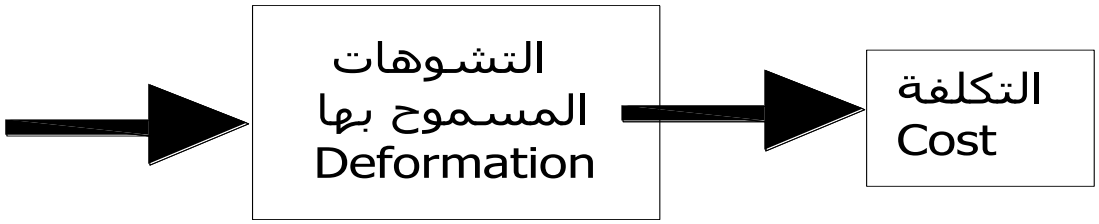


شكل (٣.٨) : منشأ معزول زلزالياً

معايير التصميم الزلزالي للمنشآت

- الاعتقاد الدارج لدى المواطنين والمهندسين





ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

وزن المبنى (Weight of building)

- تخفيف وزن المنشأ لأقصى حد ممكن، لأن القوى الزلزاليّة التي يتعرض لها المنشأ تزداد بزيادة وزنه.
- توفير التماثل والانتظام ما أمكن أثناء توزيع الكتل (الأوزان) الناتجة عن الأحمال الميتة (أوزان عناصر المبنى الإنشائية وغير الإنشائية) في المساقط الأفقية والرأسية للمبن .

$$V = \frac{C_v\, I}{R\,.\,T} W$$

تأمين صلابة عالية عند مسوى اساسات المبنى
(Ensure high rigidity at foundation level)

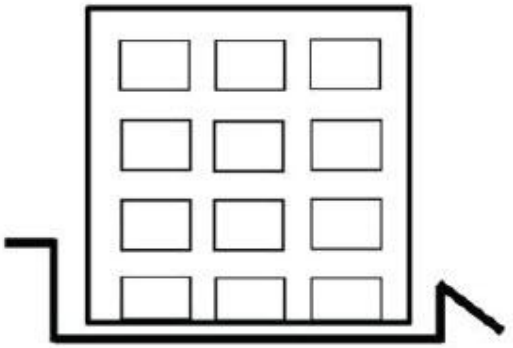
تجنب حصول إجهادات إضافية معقدة في عناصر المبنى الإنشائية، وذلك من خلال تأمين صلابة (جساءة) كافية لقاعدة المبنى، وذلك باستخدام أساسات ذات صلابة عالية وبما يتلاءم مع نوعية التربة وطبيعتها، فمثلاً إذا كانت نوعية التربة تسمح باستخدام القواعد المنفصلة ففي هذه الحالة يجب توفير صلابة عالية لجسور الربط الأرضية (Tie Beams)الموجودة بين هذه القواعد.

الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي

Seismic Performance and Building Configuration

Site Condition and Rigidity of Building Foundations نوعية التربة وطبوغرافية الموقع وصلابة الأساسات

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically



صلابة متساوية في الطابق الأرضي

البناء على الميول الجبلية بدون جرف
يسبب اختلاف في صلابة الطابق الأرضي

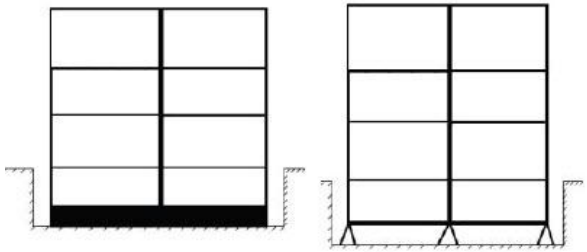
الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي

Seismic Performance and Building Configuration

Site Condition and Rigidity of Building Foundations نوعية التربة وطبوغرافية الموقع وصلابة الأساسات

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically

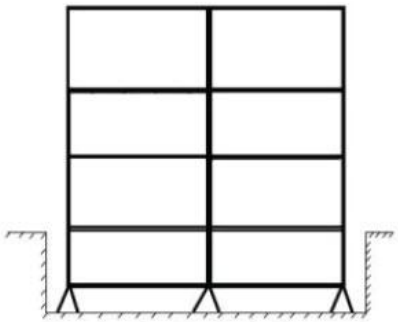
صلابة قوية عند مستوى الأساسات



Rigid foundation

استعمال القواعد المتصلة أو ربط القواعد المنفصلة بجسور ربط قوية أو استخدام الفرشة، وذلك بما يتناسب مع نوع التربة

صلابة ضعيفة عند مستوى الأساسات



قواعد منفصله مع جسور ربط ضعيفه
Weak tie beams with isolated foundations

قابلية الاصابة الزلزالية
Seismic Vulnerability

- European Macro-seismic Scale 1998

Appendix no. (3)

- المقياس الاوروبي EMS 98

ملحق رقم (٣)

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

SASPARM 2.0

EUCENTRE European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering

IUSS Scuola Universitaria Superiore Pavia

قابلية الإصابة الزلزالية لانماط المباني الدارجة في فلسطين

Seismic Vulnerability of Common Buildings in Palestine

Jalal Al Dabbeek, UPDRR center. NNU, PS

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

Jalal Al Dabbeek, UPDRR center. NNU, PS

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

Jalal Al Dabbeek, UPDRR center. NNU, PS

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

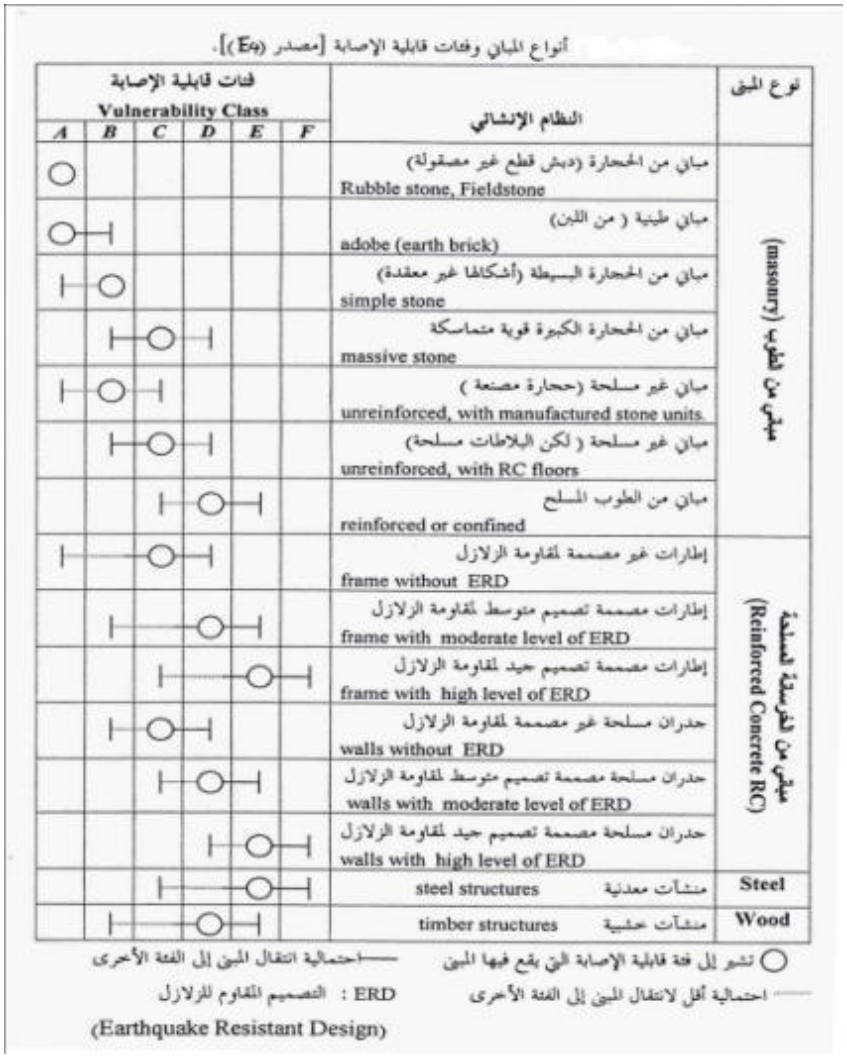
العوامل التي تؤثر على قابلية الإصابة الزلزالية للمباني

– النظام الإنشائى

Structural Systems

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

قم إلى الصلاة متى سمعت النداء
مهما كن الظروف



أنواع المباني وفئات قابلية الإصابة [مصدر (Eq)].

نوع المبنى	النظام الإنشائي	فئات قابلية الإصابة Vulnerability Class A	B	C	D	E	F
مبني من الطوب (masonry)	مباني من الحجارة (دبش قطع غير مصقولة) Rubble stone, Fieldstone	○					
	مباني طينية (من اللبن) adobe (earth brick)	○					
	مباني من الحجارة البسيطة (أشكالها غير معقدة) simple stone		○				
	مباني من الحجارة الكبيرة قوية متماسكة massive stone			○			
	مباني غير مسلحة (حجارة مصنعة) unreinforced, with manufactured stone units		○				
	مباني غير مسلحة (لكن البلاطات مسلحة) unreinforced, with RC floors			○			
	مباني من الطوب المسلح reinforced or confined				○		
مبني من الخرسانة المسلحة (Reinforced Concrete RC)	إطارات غير مصممة لمقاومة الزلازل frame without ERD			○			
	إطارات مصممة تصميم متوسط لمقاومة الزلازل frame with moderate level of ERD				○		
	إطارات مصممة تصميم جيد لمقاومة الزلازل frame with high level of ERD					○	
	جدران مسلحة غير مصممة لمقاومة الزلازل walls without ERD			○			
	جدران مسلحة مصممة تصميم متوسط لمقاومة الزلازل walls with moderate level of ERD				○		
	جدران مسلحة مصممة تصميم جيد لمقاومة الزلازل walls with high level of ERD					○	
Steel	منشآت معدنية steel structures					○	
Wood	منشآت خشبية timber structures		○				

○ تشير إلى فئة قابلية الإصابة التي يقع فيها المبنى

احتمالية أقل لانتقال المبنى إلى الفئة الأخرى

احتمالية انتقال المبنى إلى الفئة الأخرى

ERD : التصميم المقاوم للزلازل

(Earthquake Resistant Design)

النظام الانشائي وقابلية الاصابة الزلزالية

Structural System and Seismic Vulnerability

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

اثر الهيئة المعمارية للمباني على سلوكها الزلزالي
The effect of architectural configuration of buildings on the seismic performance

يمكن تلخيص الية تأثير الاعتبارات المعمارية على السلوك الزلزالي للمباني من خلال ما يلي:

- Building configuration
- Configuration and distribution of structural elements.
- Non structural elements

- **هيئة المبنى**
- **تشكيل وتوزيع العناصر الانشائية**
- **العناصر غير الانشائية**

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

يسعى المصمم المعماري والانشائي لتحقيق متطلبات المالك، واهمها:

The architectural and structural designers seeks to implement the owner requirements, including:

- Function
- Reliability
- Minimum cost

- تحقيق الهدف والوظيفة التي من اجلها انشئ المبنى
- تحقيق الامان والديمومة
- ان يكون المبنى جديراً بأن يعول عليه
- ان تكون تكلفة المبنى اقل ما يمكن

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

انتظام المساقط الافقية والراسية للمبنى
(Regularity of horizontal and vertical plans)

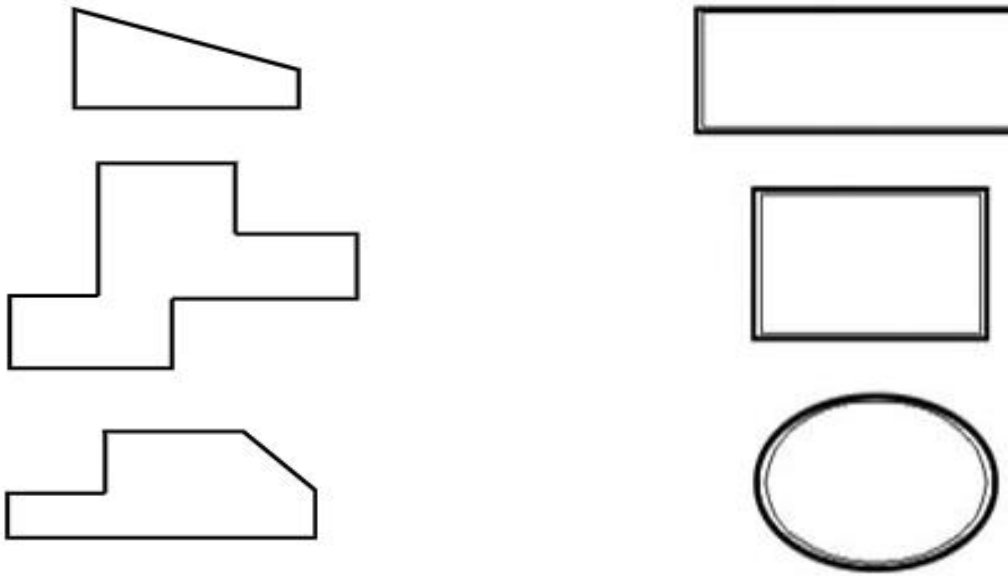
تحقيق التماثل والانتظام لأشكال المساقط الأفقية والرأسية للمباني، وإن تعذر تحقيق ذلك لأسباب معماريّة، أو وظيفية، أو بسبب طبيعية شكل الأرض، فيمكن في هذه الحالة استخدام الفواصل الزلزالية، بمعنى تقسيم المبنى إلى اجزاء متماثلة ومنفصله، أو تربيط المبنى وتكتيفه من خلال تزويده بجدران مسلحه في مناطق تركيز الإجهادات (المناطق الضعيفة أو الحرجة).

الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي

Seismic Performance and Building Configuration

Horizontal and Vertical Configuration of Buildings الهيئة الأفقية والرأسية للمباني

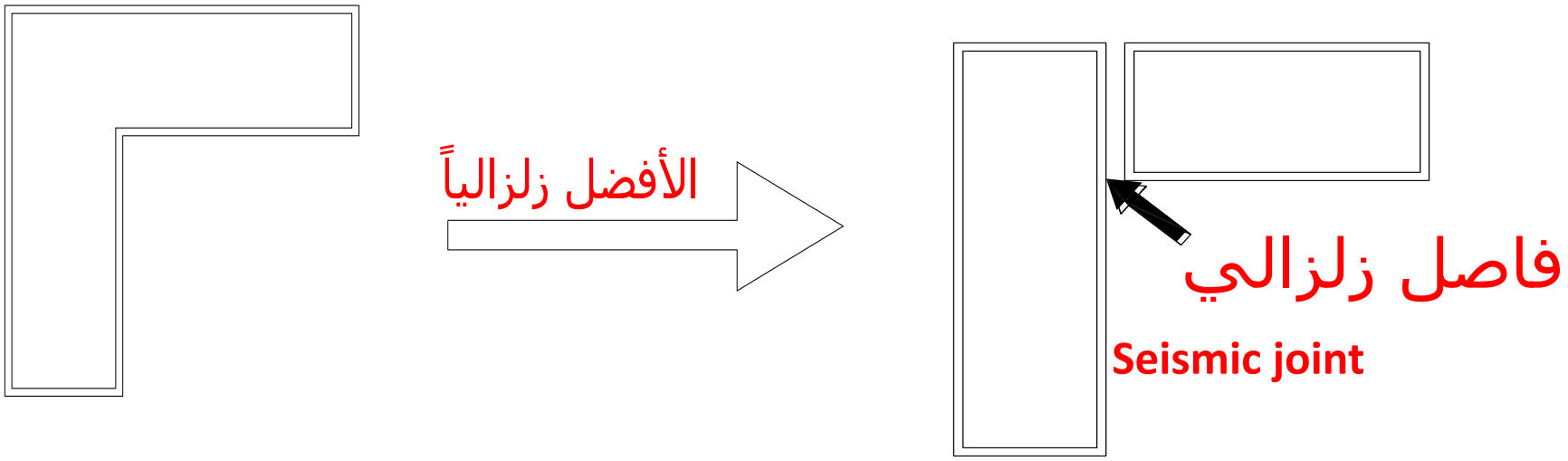
مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically



مساقط أفقية منتظمة Regular plans

Irregular plans مساقط أفقية عشوائية

استخدام الفواصل الزلزالية لتحقيق التماثل
Using the seismic joints to achieve symmetry

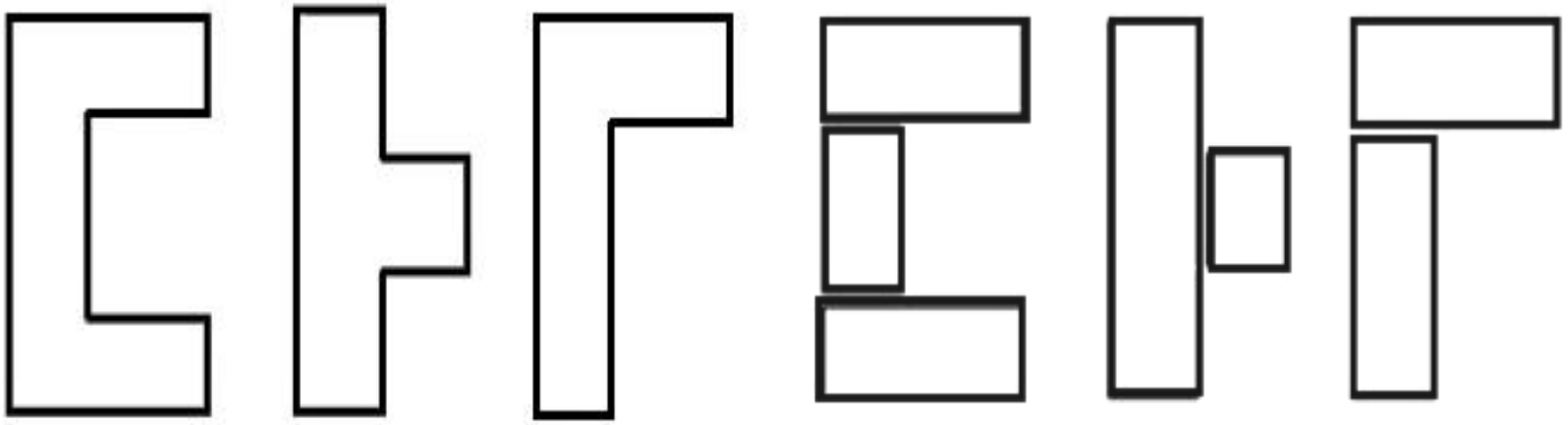


الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي

Seismic Performance and Building Configuration

Horizontal and Vertical Configuration of Buildings الهيئة الأفقية والرأسية للمباني

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically



يكمن الحل في عمل فاصل زلزالي بعرض كاف أو تقوية منطقة الالتقاء

Regular plans

عدم تماثل المساقط الأفقية للمباني

Irregular plans

الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي

Seismic Performance and Building Configuration

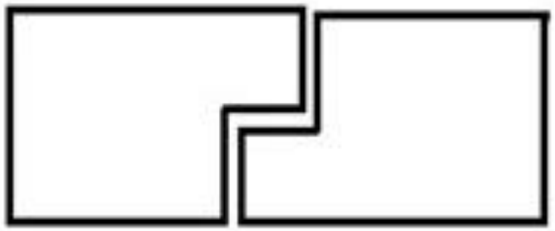
Horizontal and Vertical Configuration of Buildings الهيئة الأفقية والرأسية للمباني

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically

مسقط أفقي

خط مسار فاصل زلزالي على شكل خط مستقيم
Seismic joint alignment

مسقط أفقي



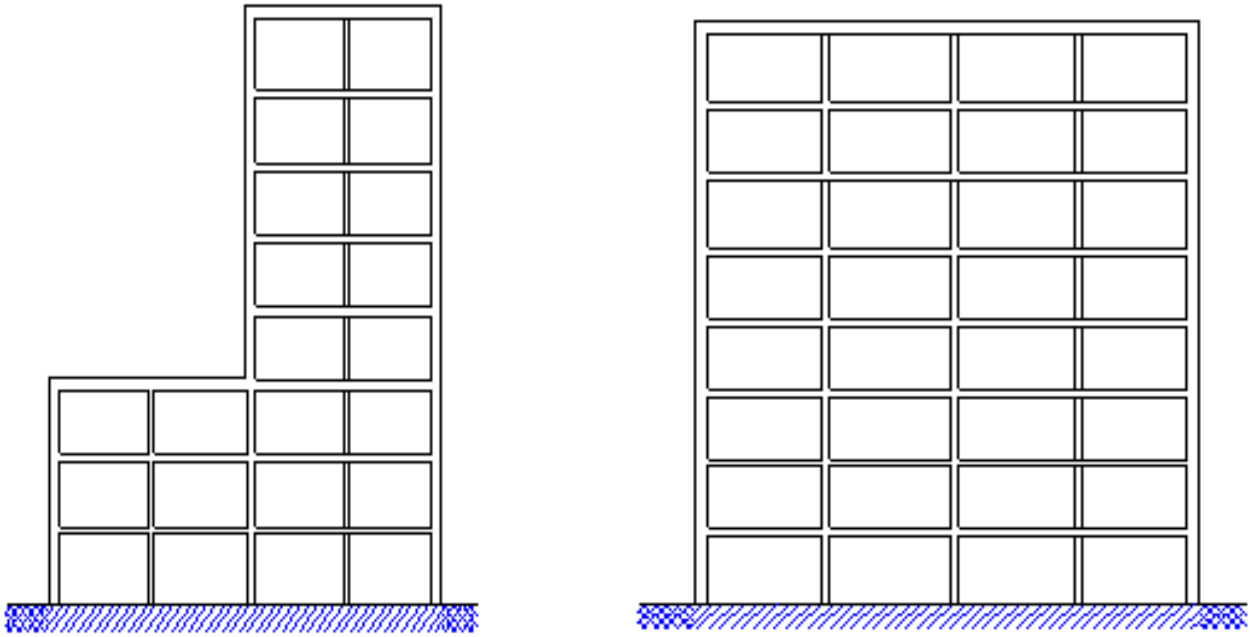
خط مسار الفاصل الزلزالي غير مستقيم
Seismic joint alignment

الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي

Seismic Performance and Building Configuration

Horizontal and Vertical Configuration of Buildings الهيئة الأفقية والرأسية للمباني

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically



انتظام بدون تراجع في الطوابق

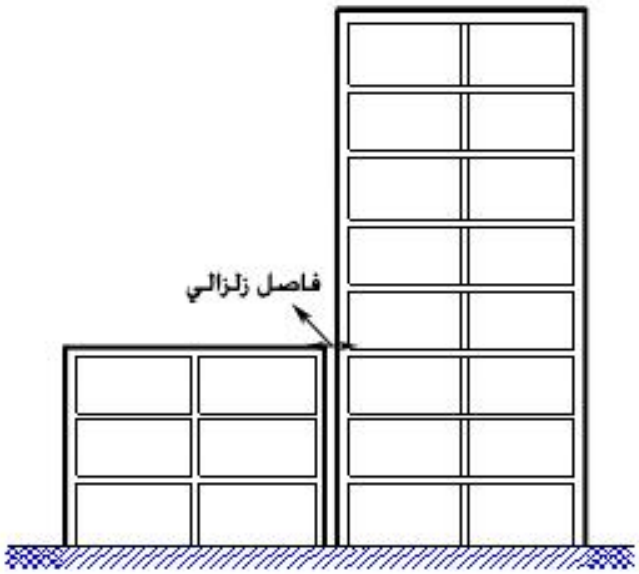
تراجع في الطوابق (Setback)

الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي

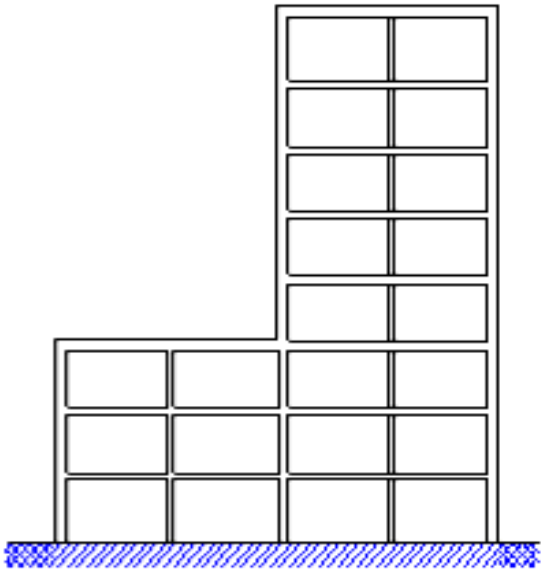
Seismic Performance and Building Configuration

Horizontal and Vertical Configuration of Buildings الهيئة الأفقية والرأسية للمباني

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically



وجود فاصل زلزالي (seismic joint)



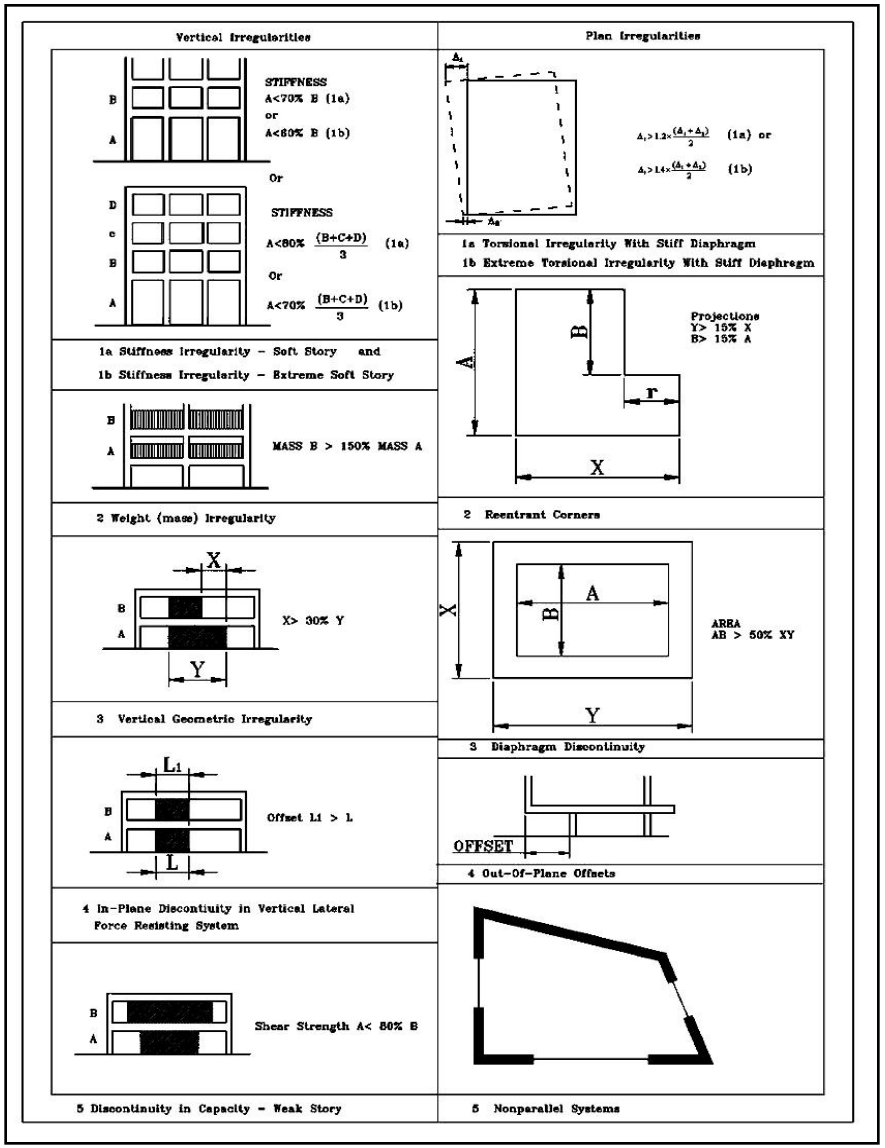
عناصر المبنى وكتله متلاصقة (Setback)

Horizontal Configuration of Buildings

هيئة المساقط الافقية للمباني

تعريف عدم الانتظام وفقاً لاحكام المصدر
1997 NAHRP "
Provisions

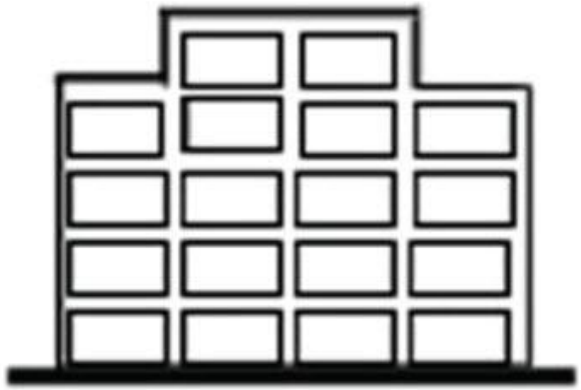
Irregularities defined in the 1997 NEHRP Provision



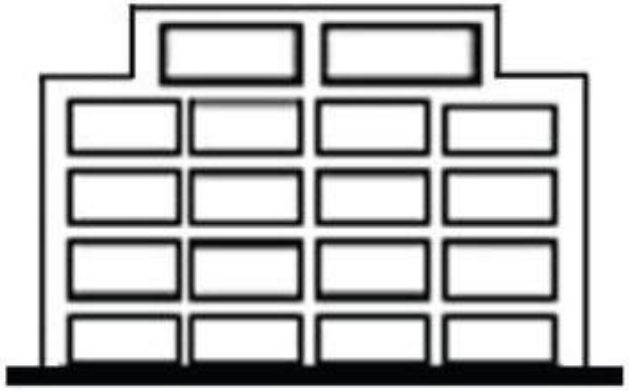
ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

Distribution of vertical structural elements توزيع العناصر الإنشائية الرأسية (الأعمدة وجدران القص)

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically



تأمين استمرارية منتظمة للأعمدة على محاور مستمرة من الأساسات وحتى آخر طابق

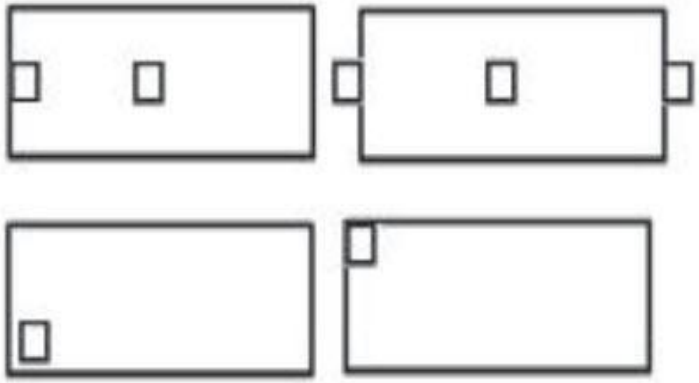


عدم استمرار الأعمدة العلوية على محاور الأعمدة السفلية

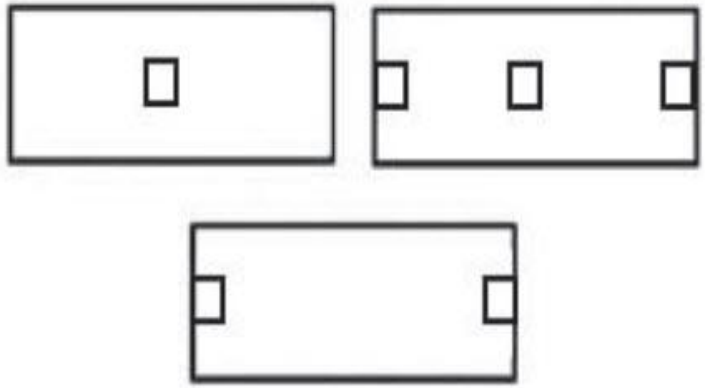
Location of staircase and elevators

مكان بيت الدرج والمصاعد

غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically	مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically



توزيع غير متماثل



توزيع متماثل

للعناصر لمكان بيت الدرج

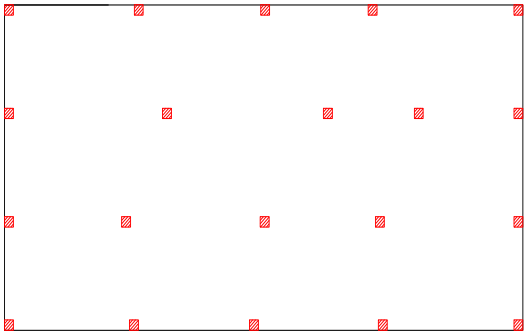
توزيع العناصر الانشائية الرأسية
(Distribution of vertical structural elements)

- توزيع العناصر الإنشائية الرأسية (الأعمدة والجدران الحاملة / المسلحة) بشكل متماثل حول المحورين Y و X (يفضل استخدام نظام الشبكيات في توزيع هذه العناصر)، وإن تعذر ذلك لأسباب معماريّة أو وظيفية، فيجب في هذه الحالة العمل على أن لا تزيد الفروقات بين أبعاد البحور (Spans) المتتالية للعناصر الرأسية الإنشائية عن ٢٥%.

- تأمين استمرارية العناصر الإنشائية (الأعمدة والجدران) والصلابات بشكل متماثل من الأسفل إلى الأعلى، ويسمح بحصول اختزال تدريجي لصلابة العناصر الإنشائية الرأسيّة، وذلك بما يتناسب مع اختزال مقاطعها كلما اتجهنا من أسفل إلى أعلى.

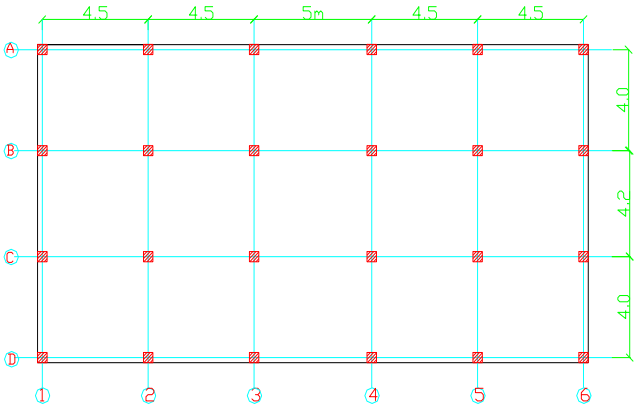
وضع الأعمدة بشكل شبكة (متماثل)
Symmetry distributions of structural systems

غير مرغوب



الأفضل زلزالياً

مرغوب

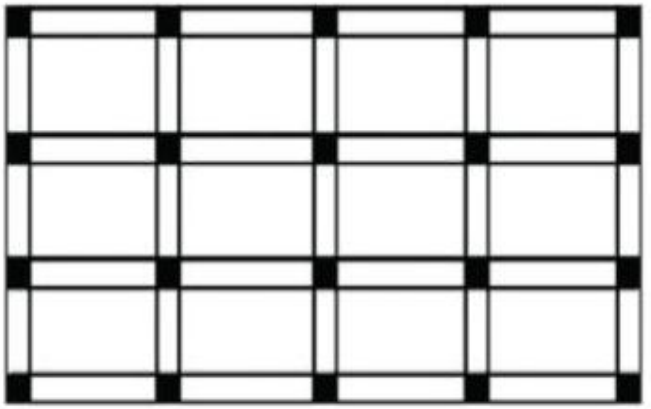


Undesirable

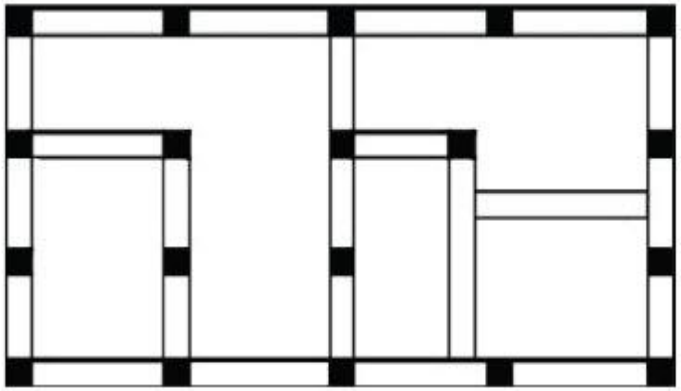
Desirable

Distribution of vertical structural elements توزيع العناصر الإنشائية الرأسية (الأعمدة وجدران القص)

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically



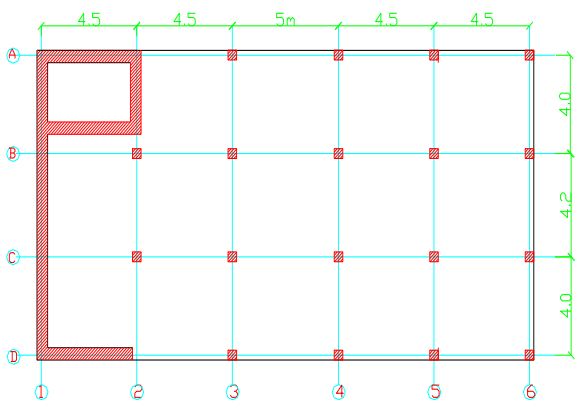
توزيع منتظم ومتماثل



عشوائية توزيع العناصر الانشائية

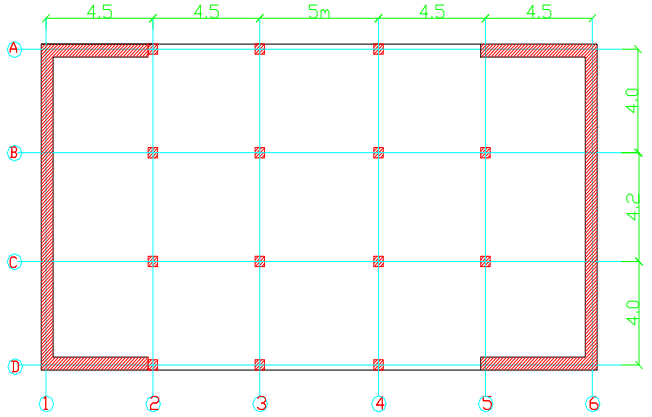
توزيع جدران القص
Distribution of shear walls

غير مرغوب



الأفضل زلزالياً

مرغوب



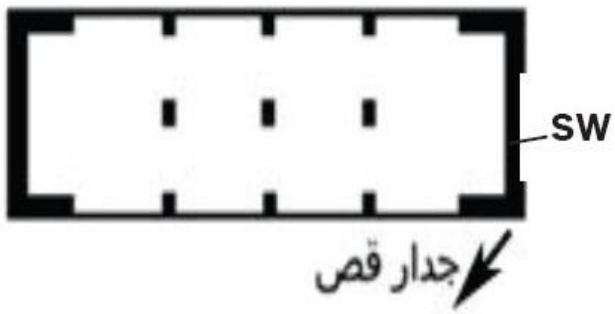
Undesirable

Desirable

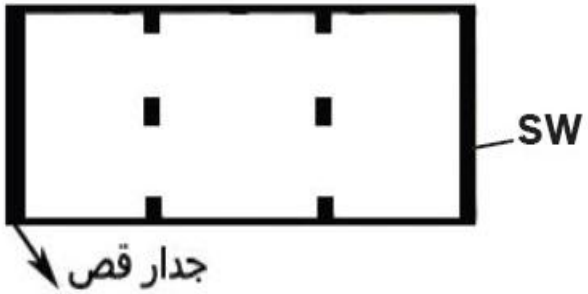
ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

Distribution of vertical structural elements (الأعمدة وجدران القص) توزيع العناصر الإنشائية الرأسية

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically



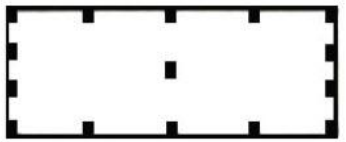
تماثل في الصلابة في المستويين الافقيين



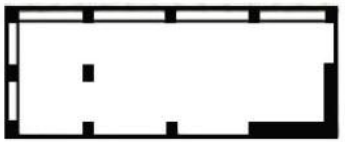
فرق كبير في الصلابات بين المستويين X و Y

Distribution of vertical structural elements توزيع العناصر الإنشائية الرأسية (الأعمدة وجدران القص)

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically

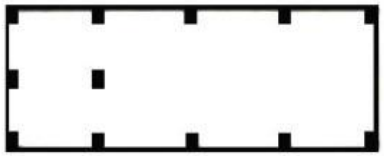


جدار قص

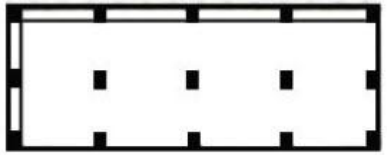


توزيع متماثل للعناصر الإنشائية الرأسية

-تقليل أثر عزم الالتواء الدورانى-



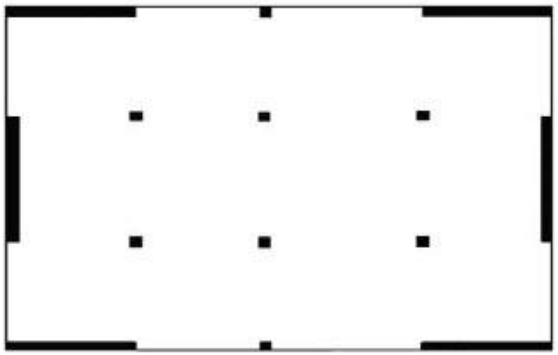
جدار قص

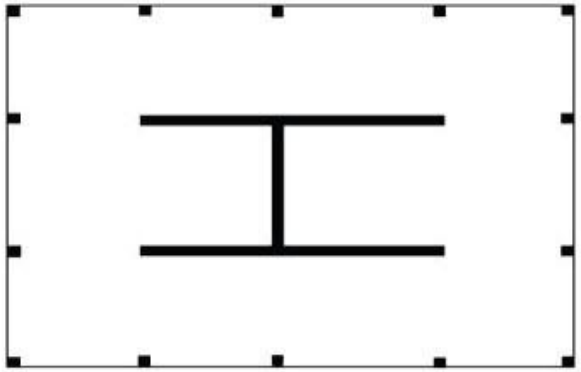


توزيع غير متماثل للعناصر الإنشائية الرأسية يزيد من عزم الالتواء

Distribution of vertical structural elements توزيع العناصر الإنشائية الرأسية (الأعمدة وجدران القص)

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically





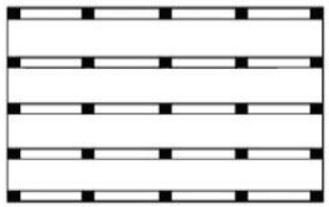
توزيع جيد لجدران القص في أطراف المبنى يقلل أثر عزم الالتواء

توزيع أوتركيز جدران القص في وسط المبنى يحد من قدرة المبنى لمقاومة عزم الالتواء

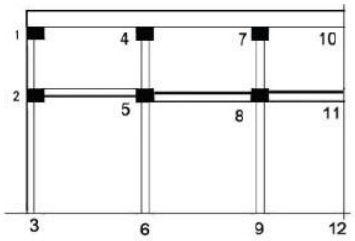
ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

Distribution of vertical structural elements توزيع العناصر الإنشائية الرأسية (الأعمدة وجدران القص)

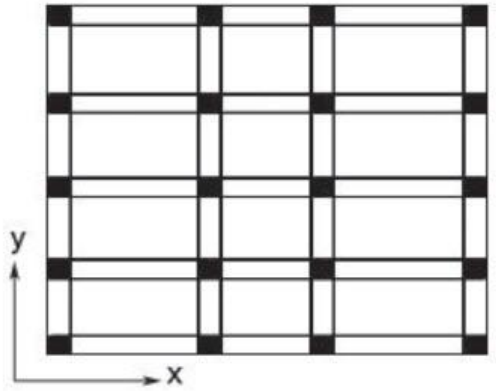
مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically



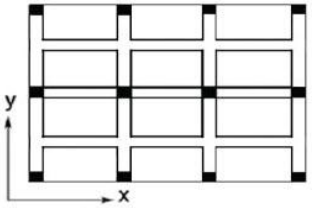
وجود الجسور باتجاه واحد فقط

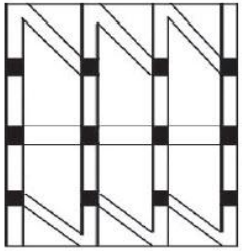


تحميل منحرف عن مراكز الأعمدة



اتباع نظام الشبكات في توزيع الإطارات والجسور والأعمدة بالاتجاهين x وy يضمن سلوكاً سليماً لها عند تعرض المبنى للزلازل



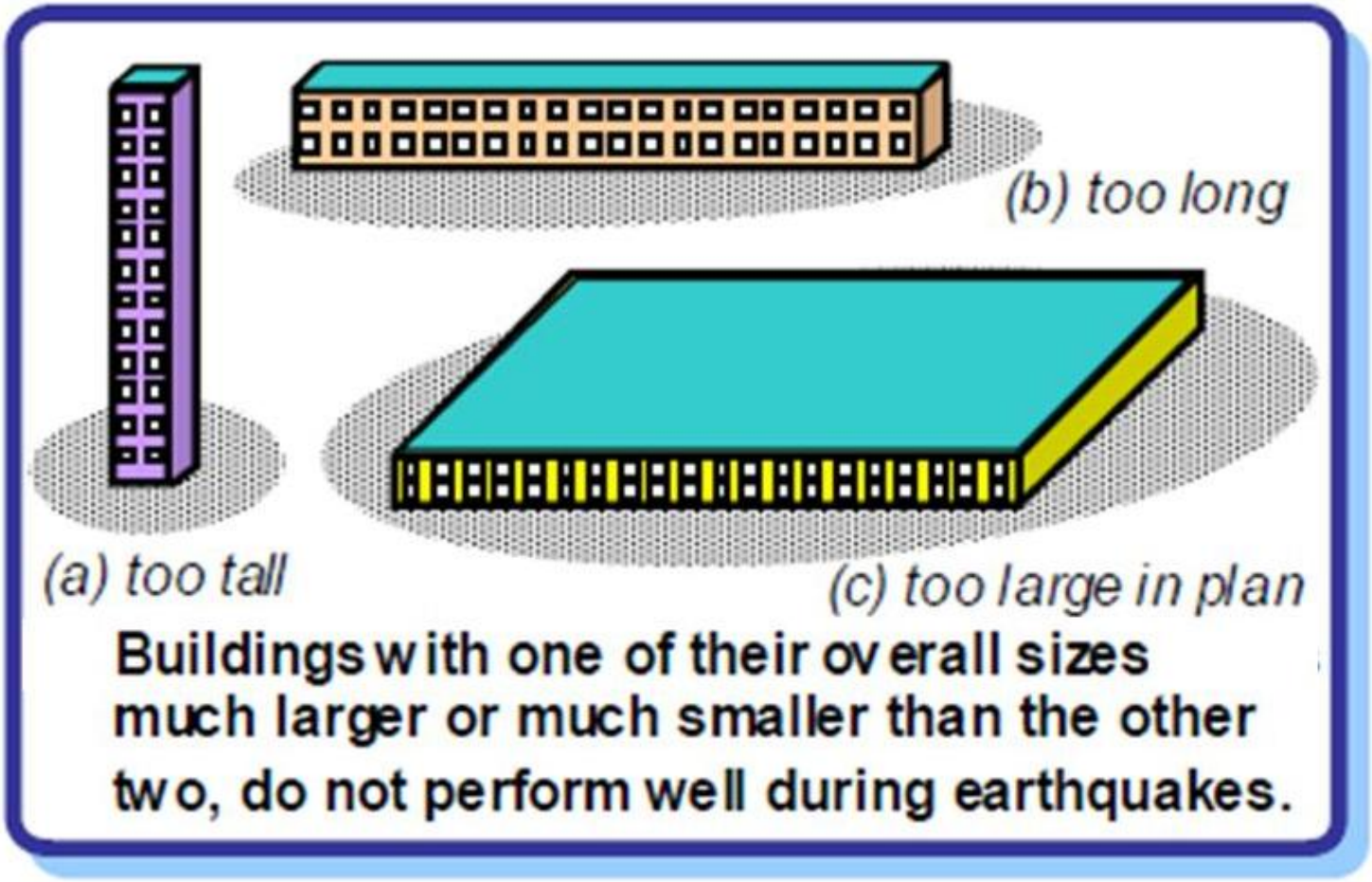


سلوك غير منتظم للإطارات بالاتجاه x

٢.٢. التناسب بين أبعاد المبنى
Building Proportions

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

١.٢ أبعاد المبنى Building Size

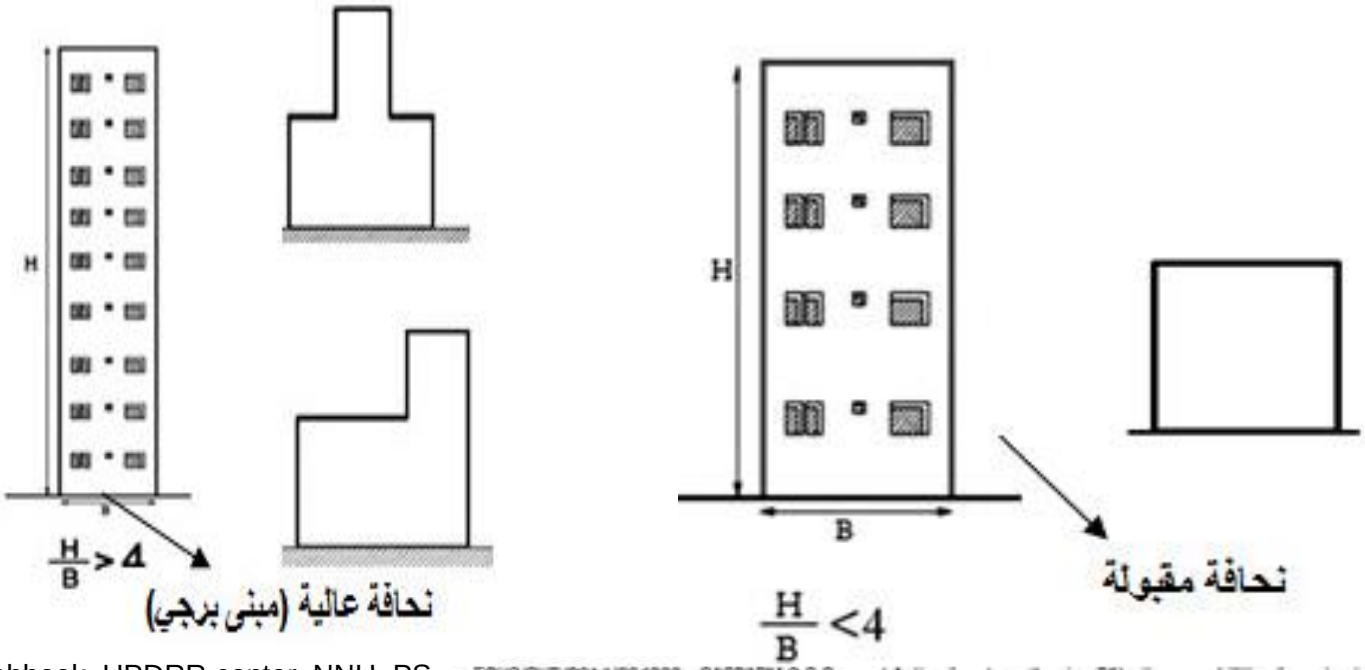


الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي

Seismic Performance and Building Configuration

Proportion of building Size التناسب بين أبعاد المباني

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically

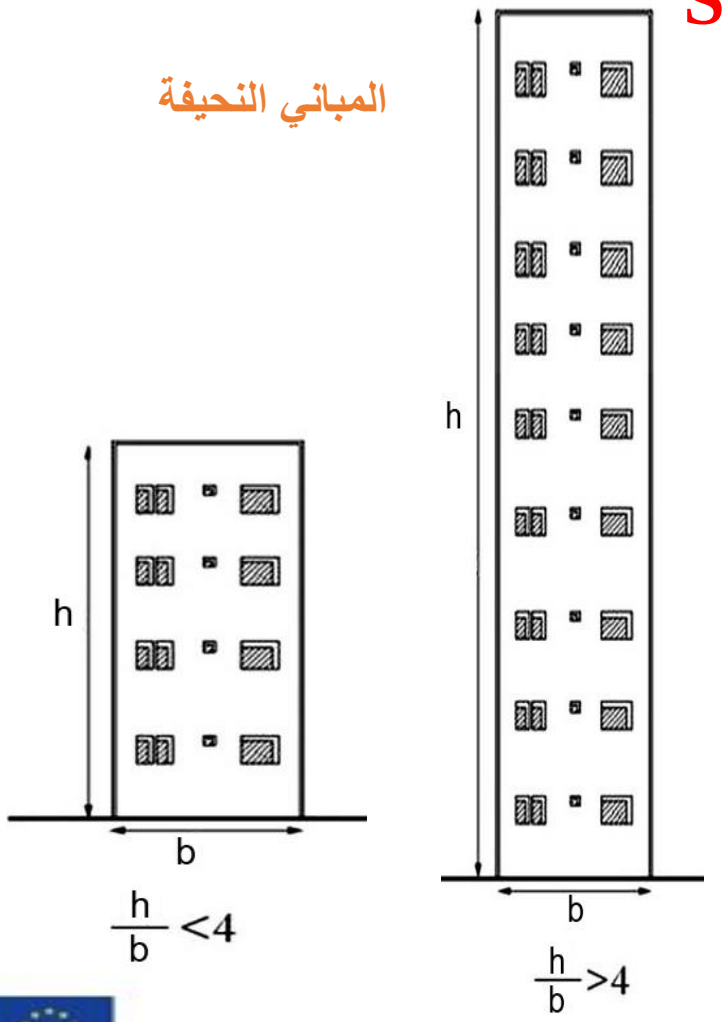


نحافة المبنى (Slenderness ratio of the buildings)

تجنب استخدام المباني النحيفة أو النحيفة جداً (المبنى النحيف: المبنى الذي يزيد ارتفاع المبنى عن ٤ أضعاف عرضه)، وإن تعذر تحقيق ذلك لأسباب لها علاقة بمساحة قطعة الارض أو/ وشكلها، ففي هذه الحالة يصمم المبنى باعتباره برجاً، ويتم الالتزام بالتصميم الزلزالي الخاص بالمباني البرجيّة.

Slenderness ratio نسبة النحافة

المباني النحيفة



انقلاب مبنى نحيف، زلزال كوبي، اليابان 1995

h/b>4

Slenderness ratio

h/b>4

Common buildings مناظر عامة لمنشآت نحيفة في بعض أنماط المباني الدارجة محلياً

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

Slenderness ratio

نسبة النحافة

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

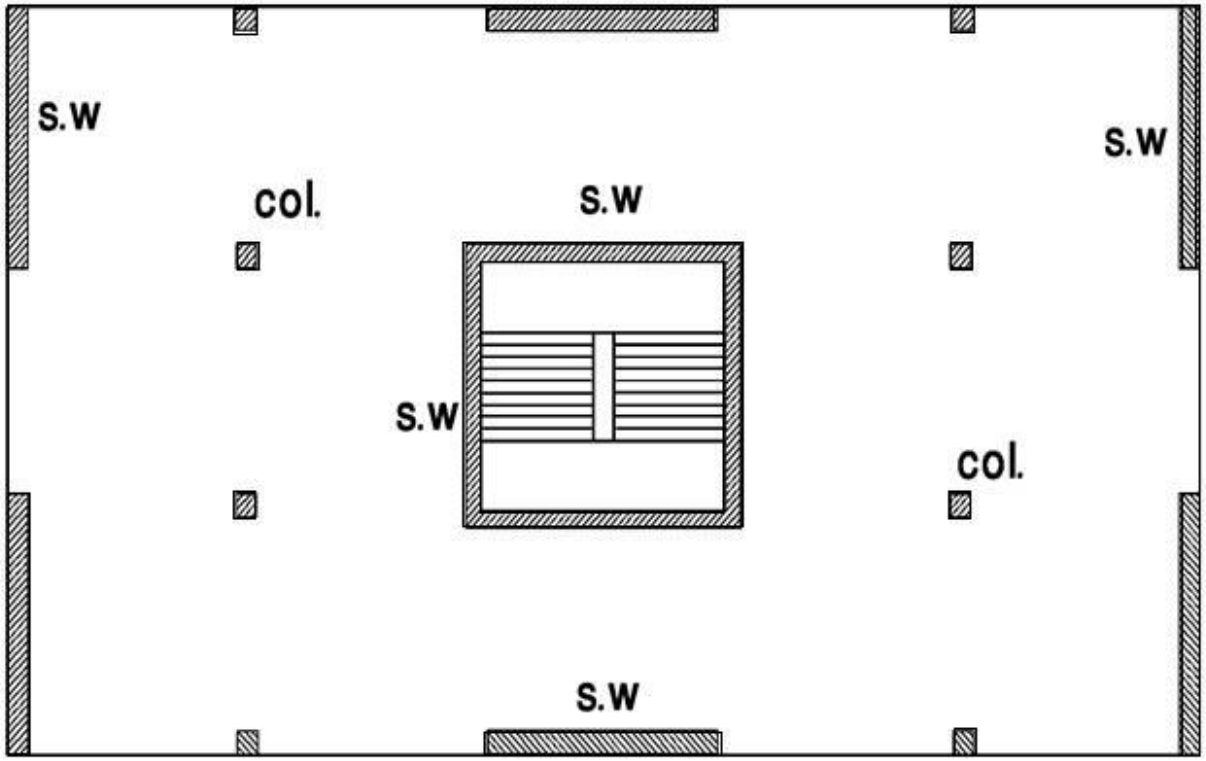
Symmetry of Building Elements ١.تماثل عناصر المبنى

- **Mass center (MC)**
- **Stiffness center (SC) or rigidity center (RC)**

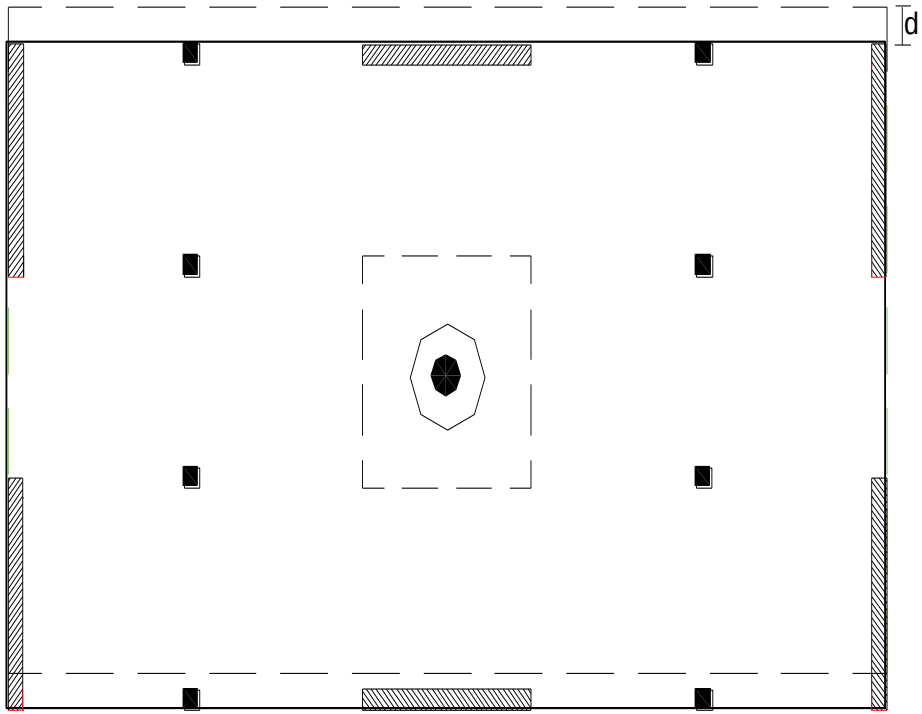
ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

Regular distribution of vertical structural elements

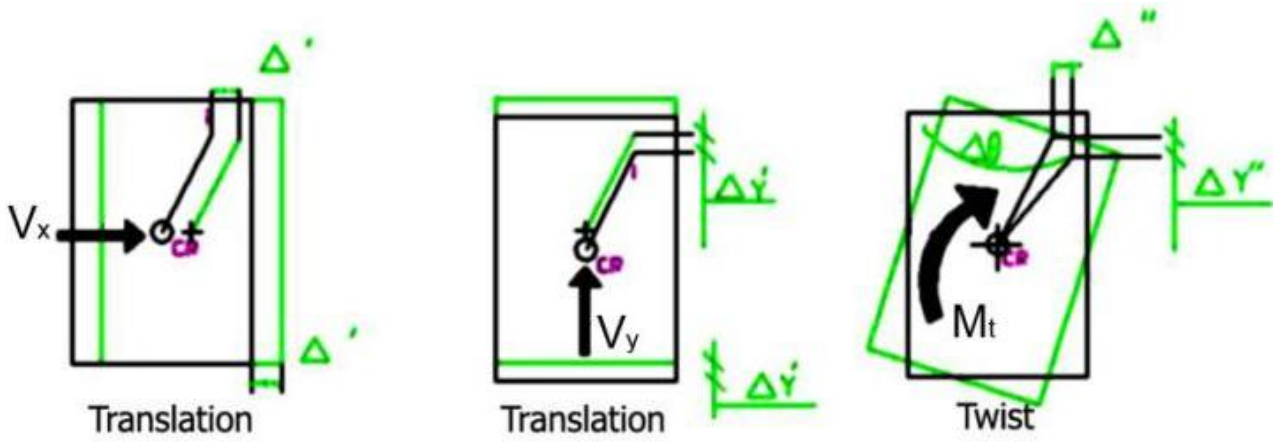
توزيع العناصر الإنشائية الرأسية بشكل متماثل وكثيف

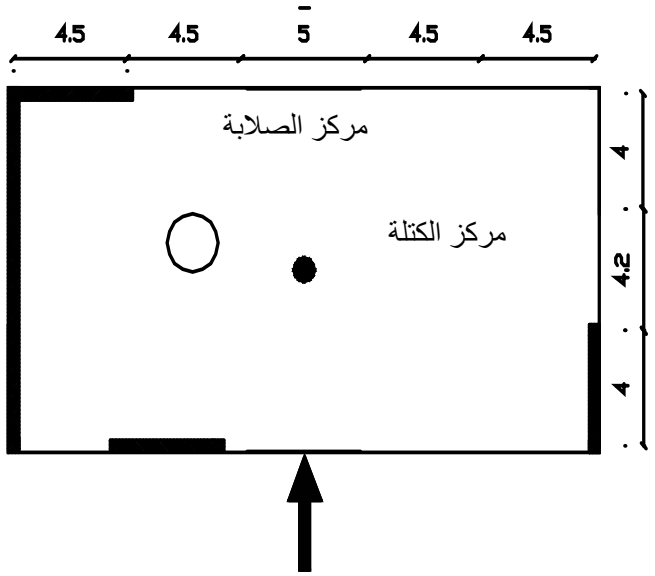


أ. تماثل في توزيع الأعمدة و الجدران المسلحة أو الجدران الحاملة



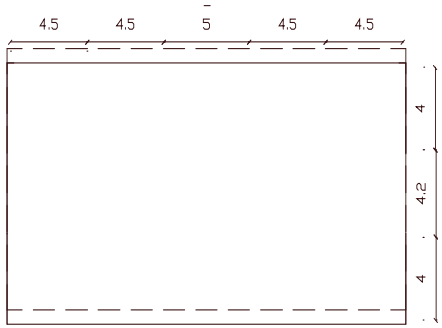
ب- تطابق مركز الصلابة مع مركز الكتلة تعرض المبنى لحركة اهتزازية انتقالية تحت تأثير القوى الزلزالية الافقية V



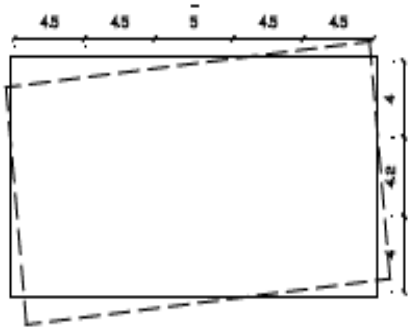


انحراف مركز الصلابة عن مركز الكتلة بسبب عدم التماثل في توزيع العناصر الإنشائية الرأسية.

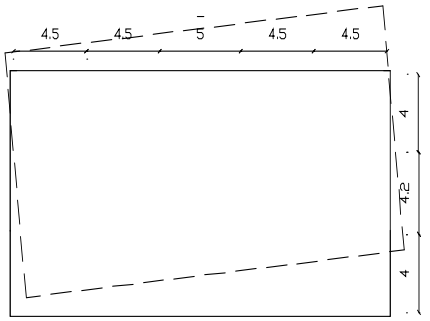
Eccentricity



+



=

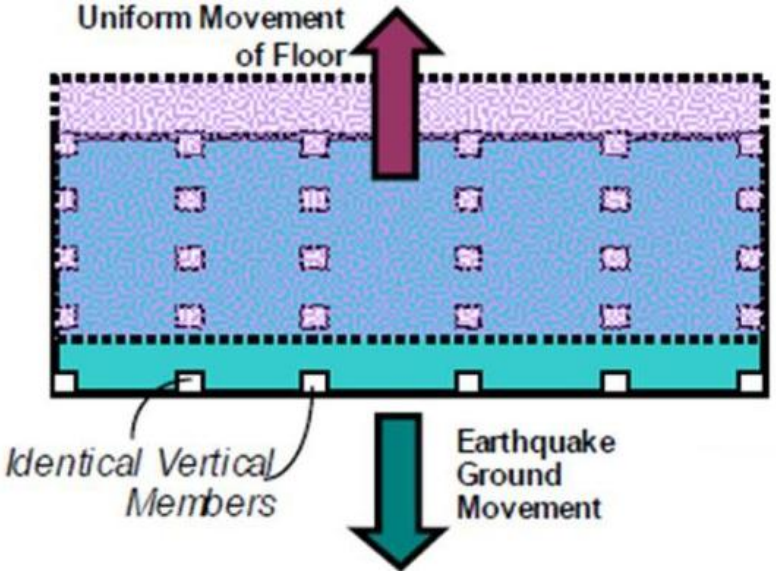


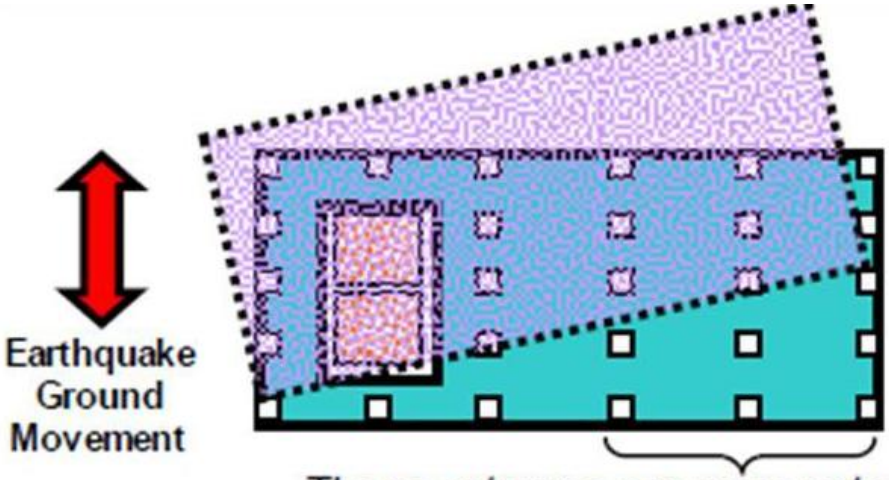
حركة انتقالية
Translational motion

حركة دورانية
Rotational motion

حركة مركبة (انتقالية دورانية)
Translational and rotational

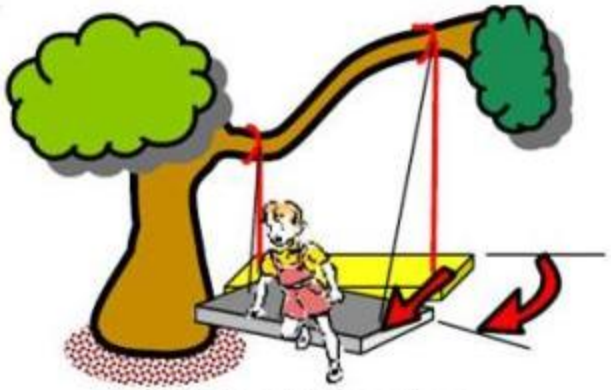
انحراف مركز الصلابة عن مركز الكتلة بسبب عدم التماثل في توزيع العناصر الإنشائية الرأسية.
Eccentricity



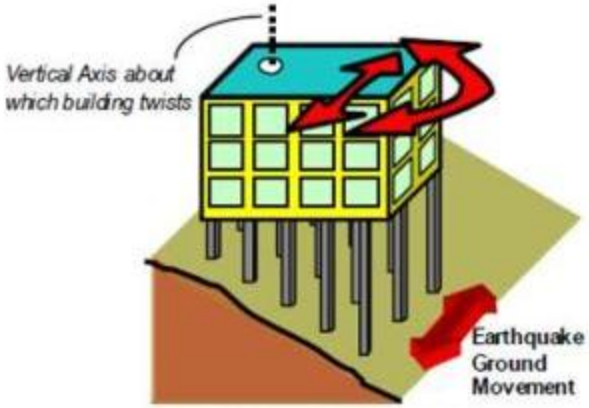


Vertical members of buildings that move more horizontally sustain more damage.

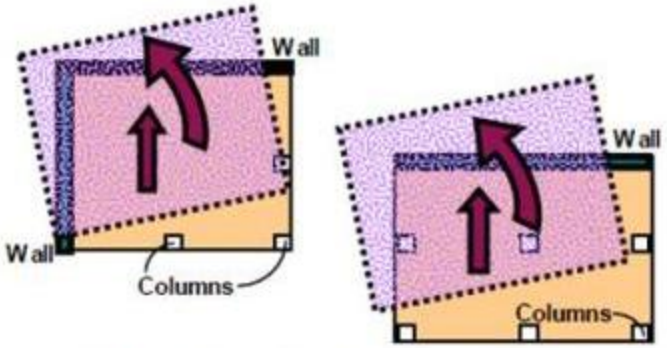
ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection



(a) Swing with unequal ropes

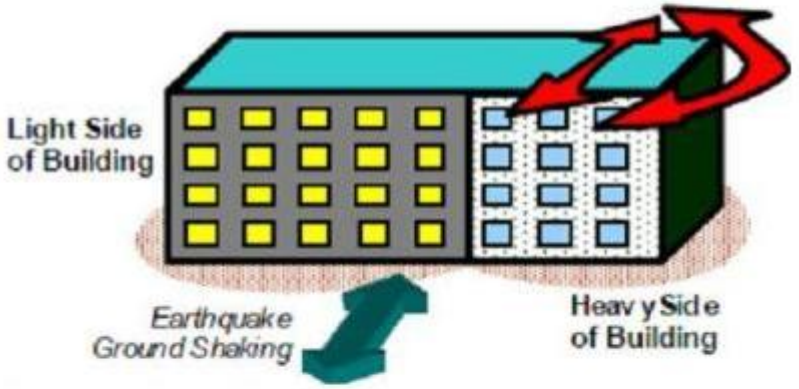


(b) Building on slopy ground



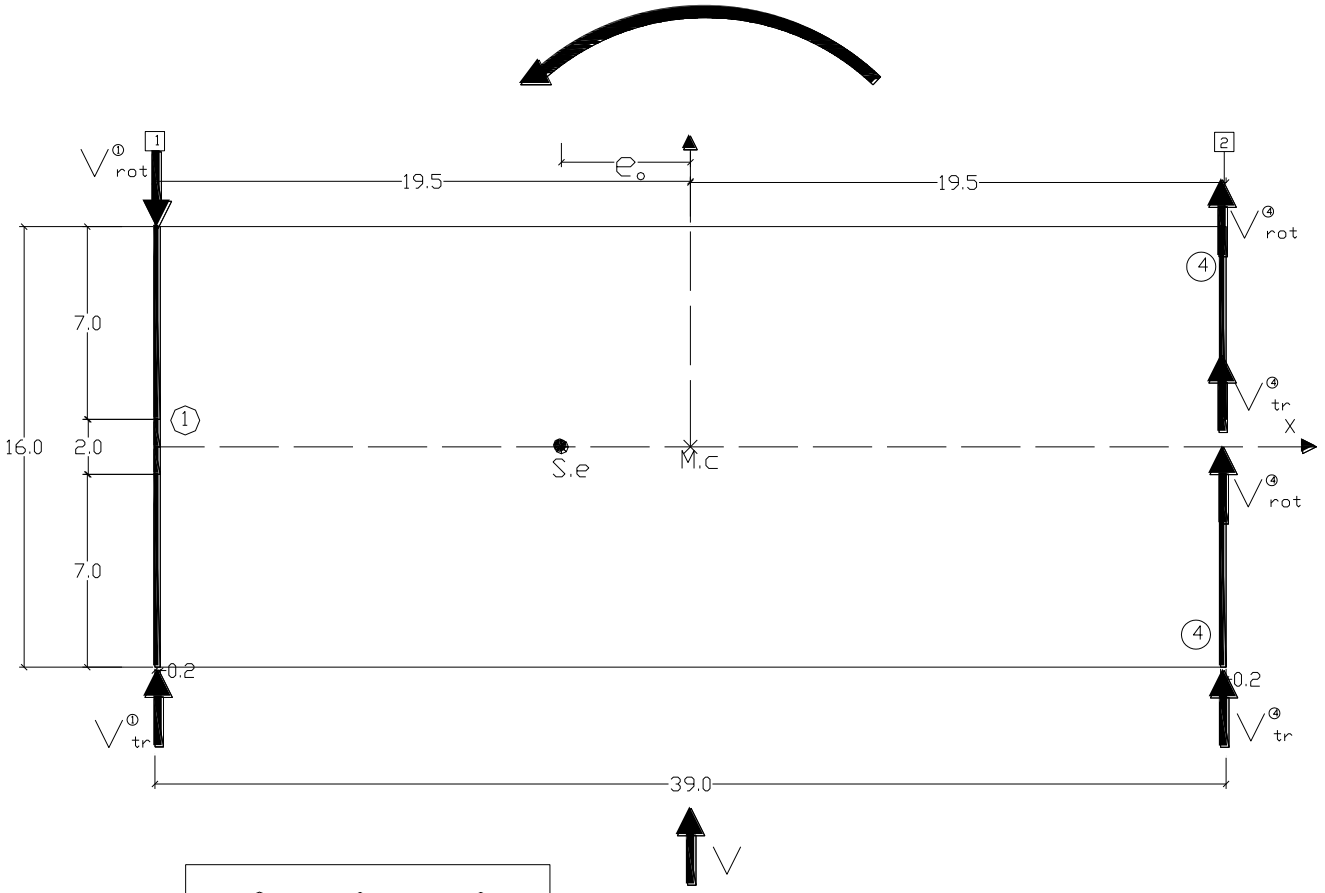
(c) Buildings with walls on two/one sides (in plan)

Buildings have unequal vertical members; they cause the building to twist about a vertical axis.

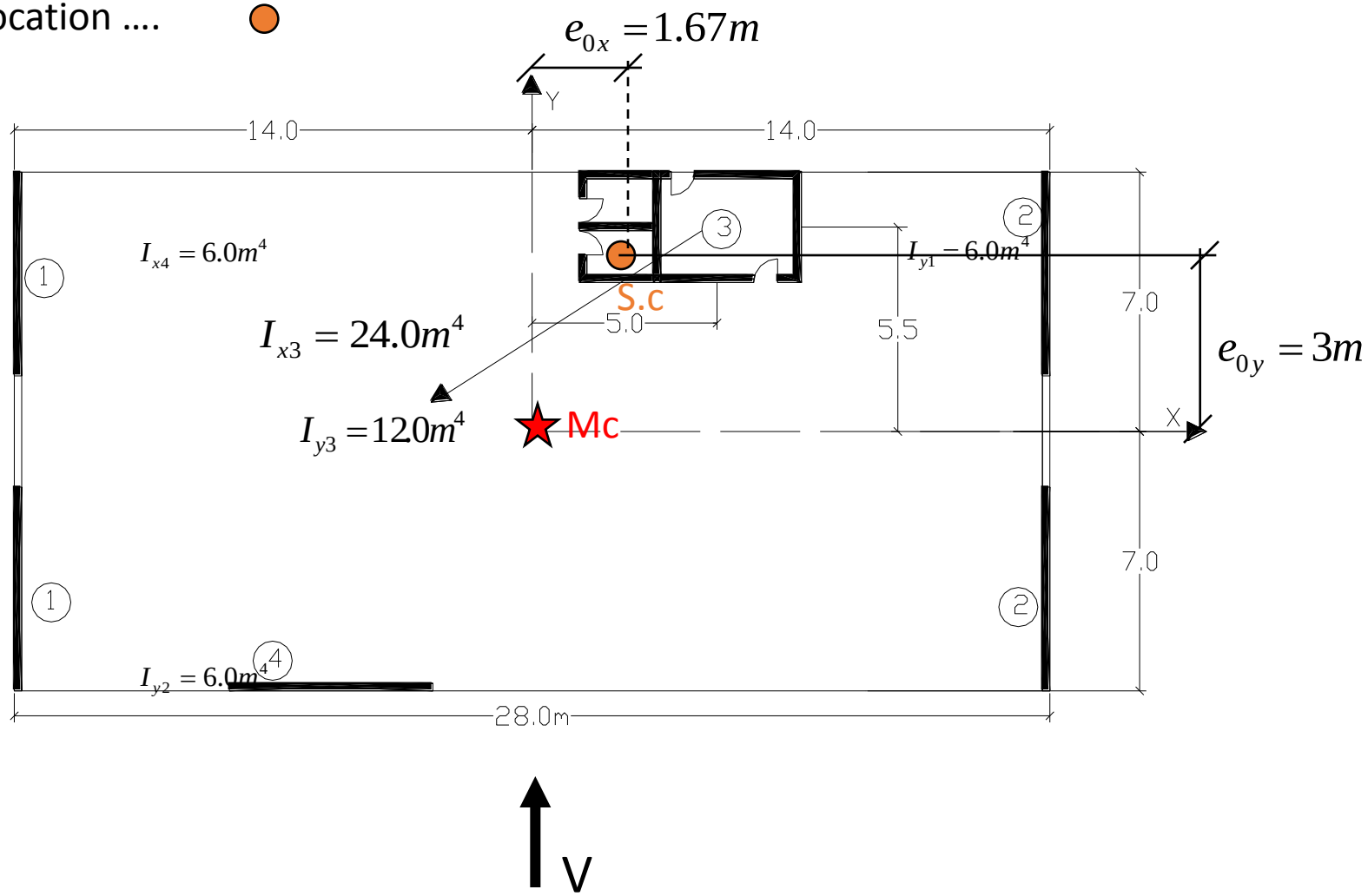


Even if vertical members are placed uniformly in plan of building, more mass on one side causes the floors to twist.

M_t


1
2
19.5
19.5
e_o
7.0
16.0
2.0
7.0
0.2
0.2
S.e
M.c
X
39.0
V
$V^{①}_{rot}$
$V^{④}_{rot}$
$V^{④}_{tr}$
$V^{④}_{rot}$
$V^{①}_{tr}$
$V^{④}_{tr}$
$V^{④} = V^{④}_{tr} + V^{④}_{rot}$
$V^{①} = V^{①}_{tr} + V^{①}_{rot}$

Exact location ….



٤.٢ كثافة العناصر الإنشائية وتوزيعها

Plan Density and Distribution of Structural Elements

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

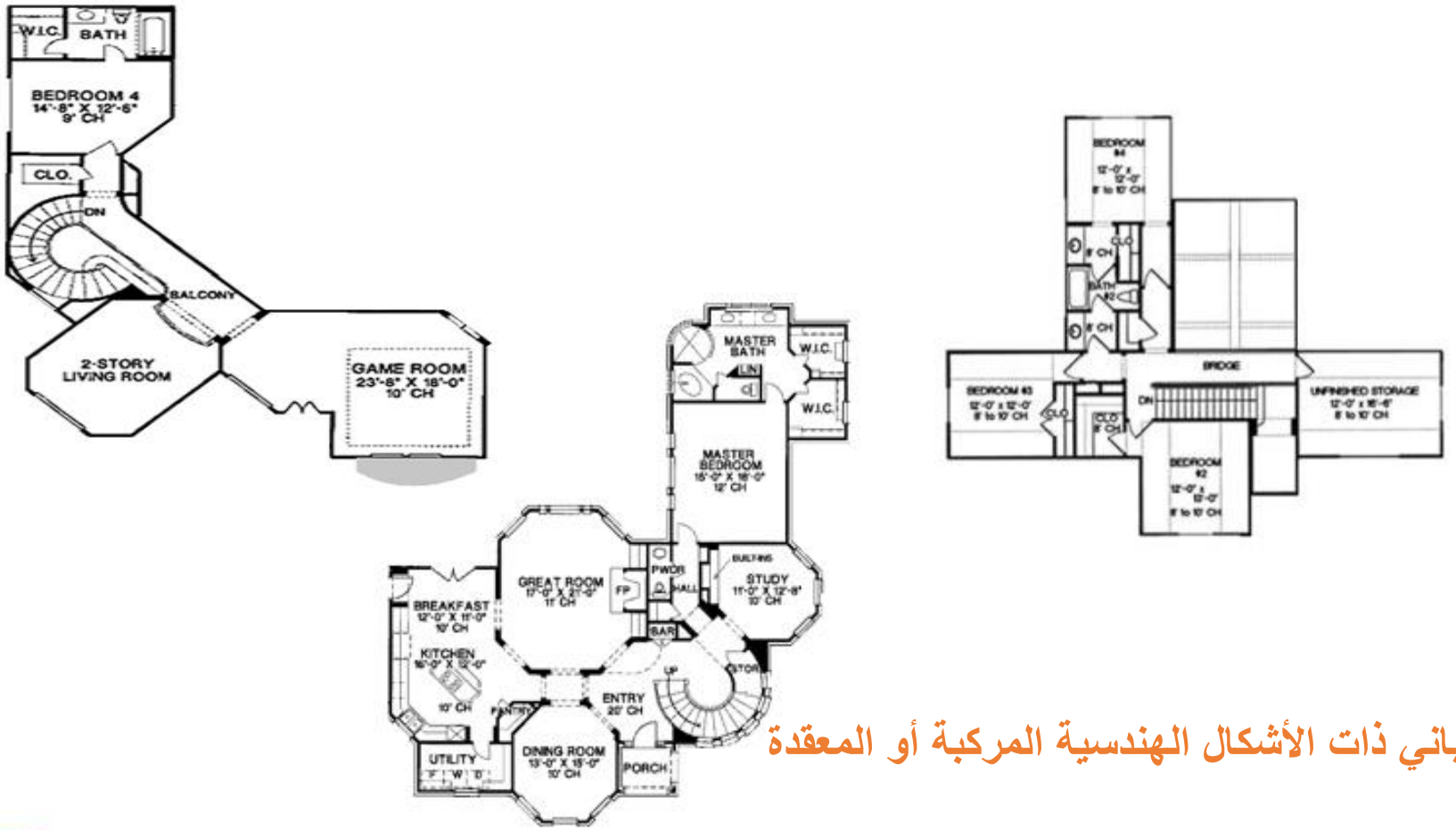
السلوك الزلزالي للمباني غير المنتظمة

Seismic Performance of Irregular Buildings

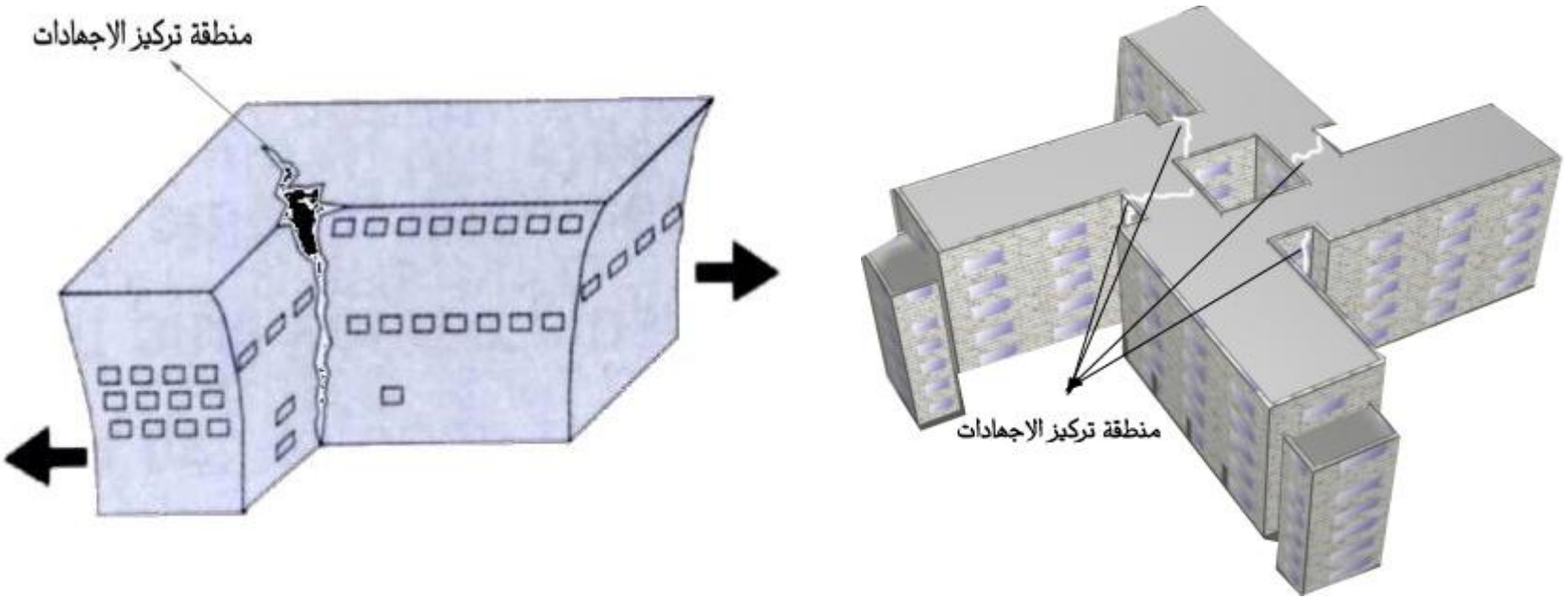
Jalal Al Dabbeek, UPDRR center. NNU, PS

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

Plan Configuration ٢.٣ هيئة المسقط الأفقي



المباني ذات الأشكال الهندسية المركبة أو المعقدة



المباني ذات الأشكال الهندسية المركبة أو المعقدة

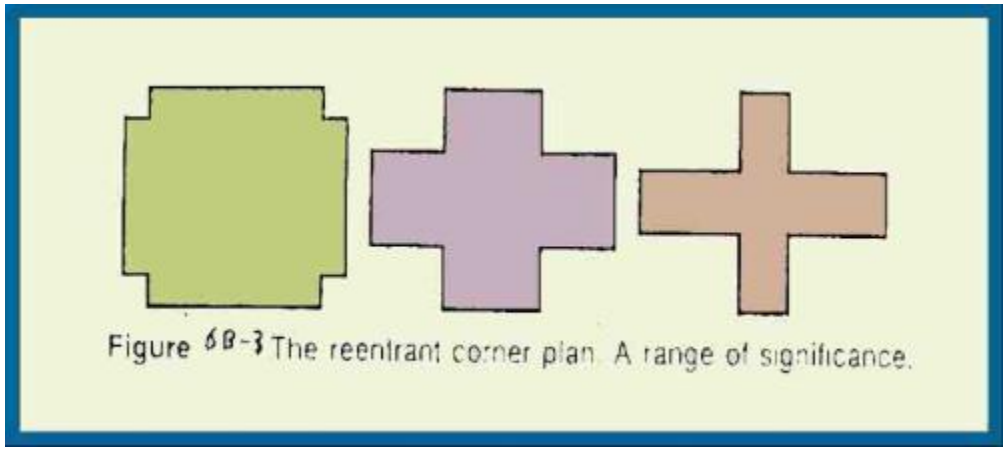
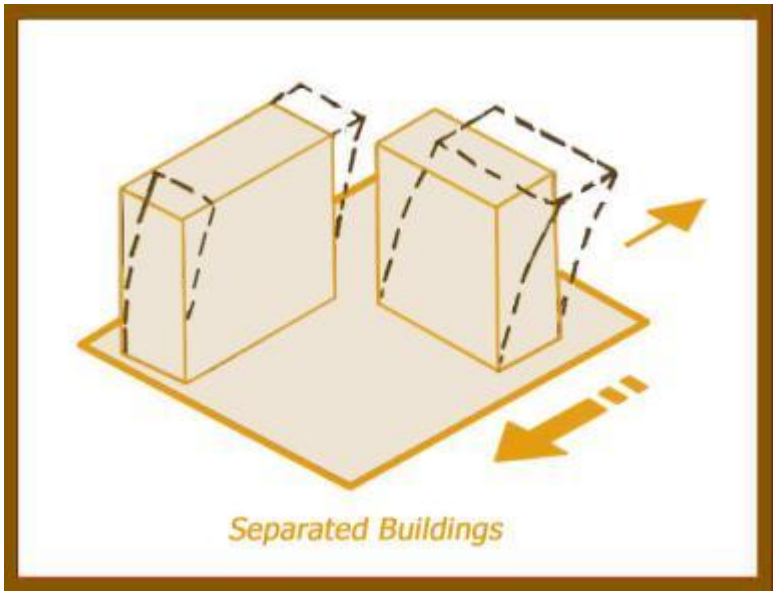
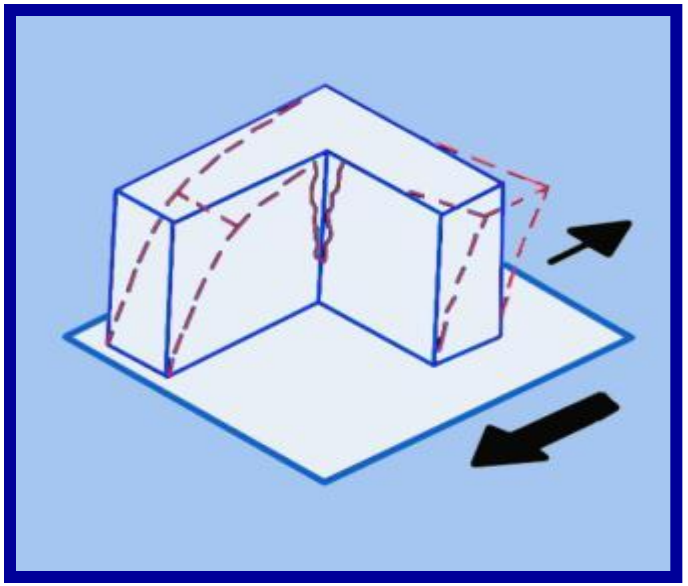


Figure 6B-3 The reentrant corner plan. A range of significance.





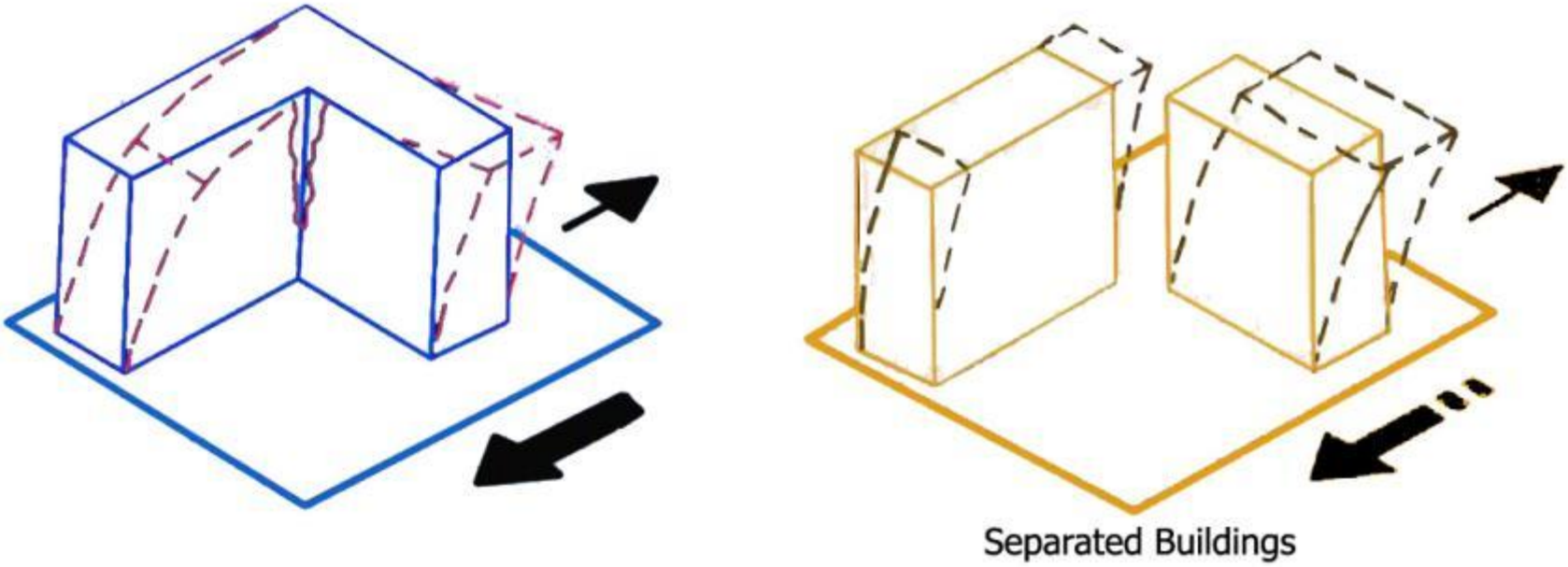
ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

Buildings in Palestine

من أنماط المباني الدارجة محلياً

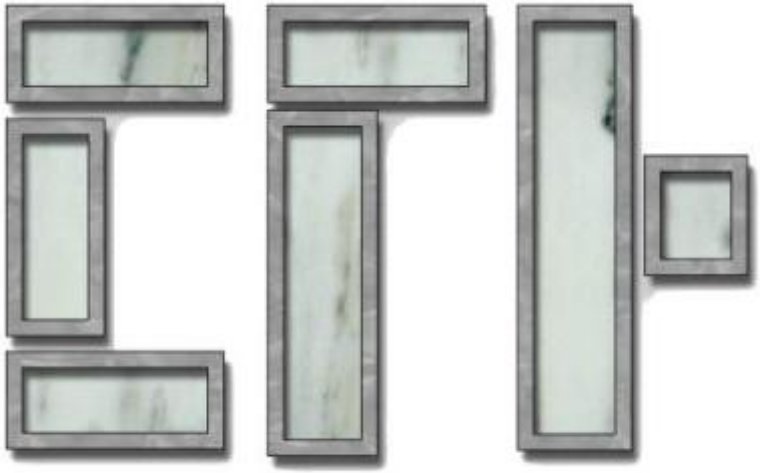
ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

Solutions



استخدام الفواصل الزلزالية لتحقيق التماثل في هيئة المبنى الرأسية

Solutions

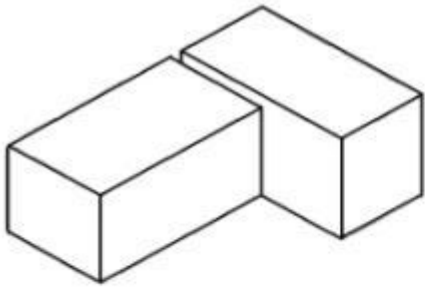


الفواصل الزلزالية تحقق تماثل الشكل

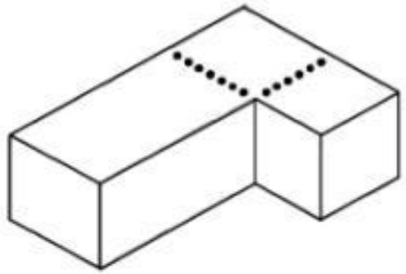
توفير مسافة كافية لعرض الفاصل الزلزالي

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

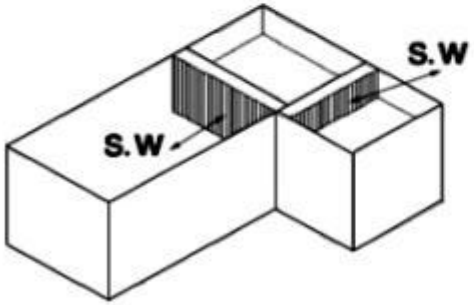
Solutions



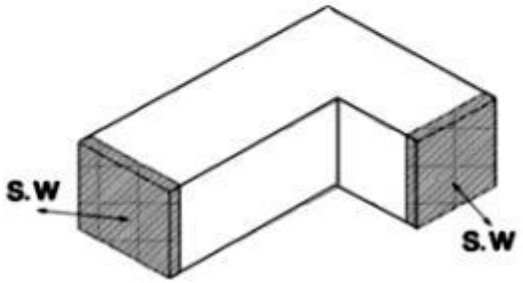
SEPERATE THE WINGS



ADD COLLECTORS



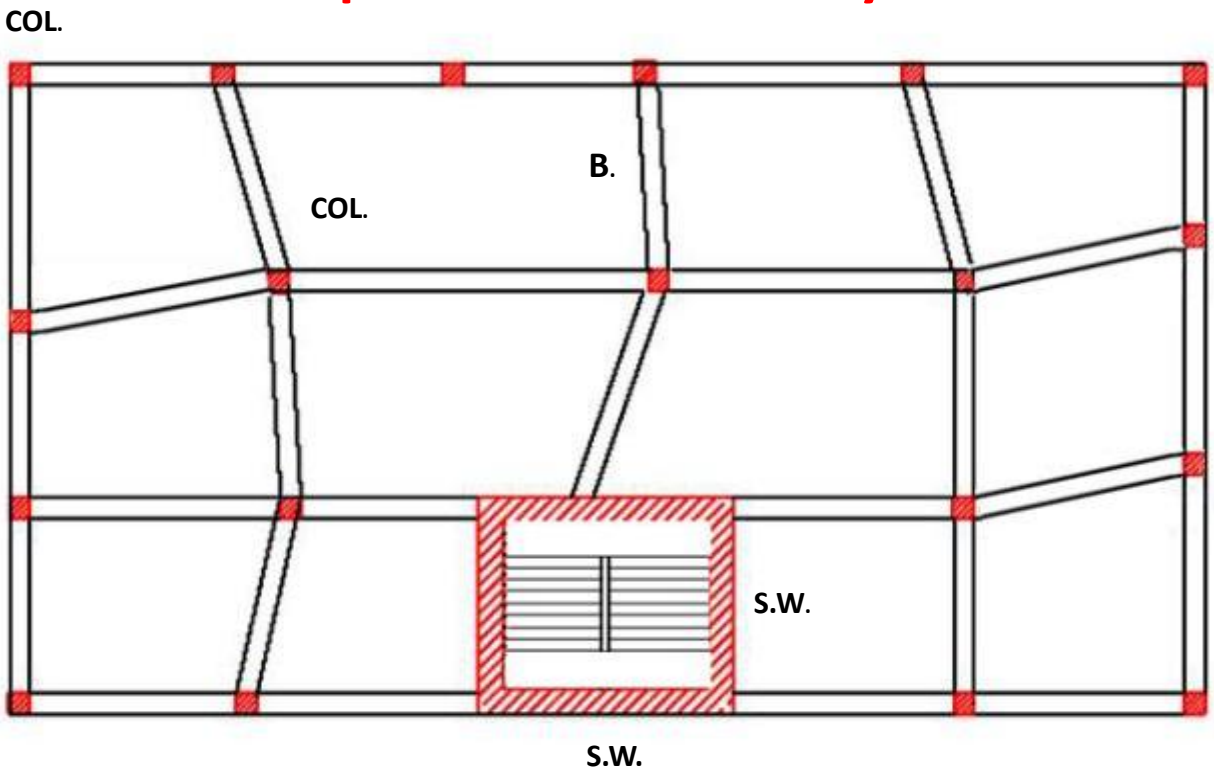
ADD COLLECTORS WALLS



STIFFEN THE ENDS

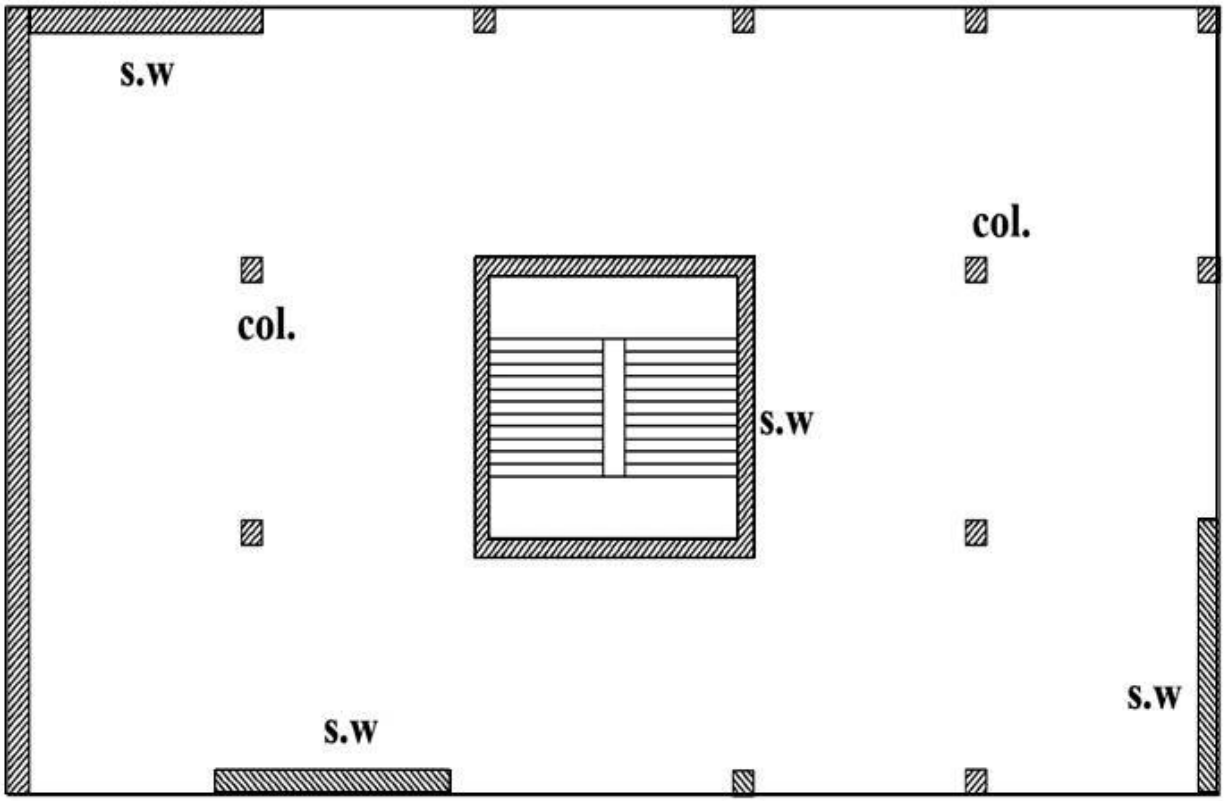
بعض الحلول الهندسية للمباني ذات الأشكال المركبة

الأنظمة الإنشائية غير المتوازية
Nonparallel Structural Systems



جسر:B .
عمود:COL.
جدار مسلح:S.W.

توزيع الأعمدة و الجسور بشكل عشوائي في المسقط الأفقي للمبنى

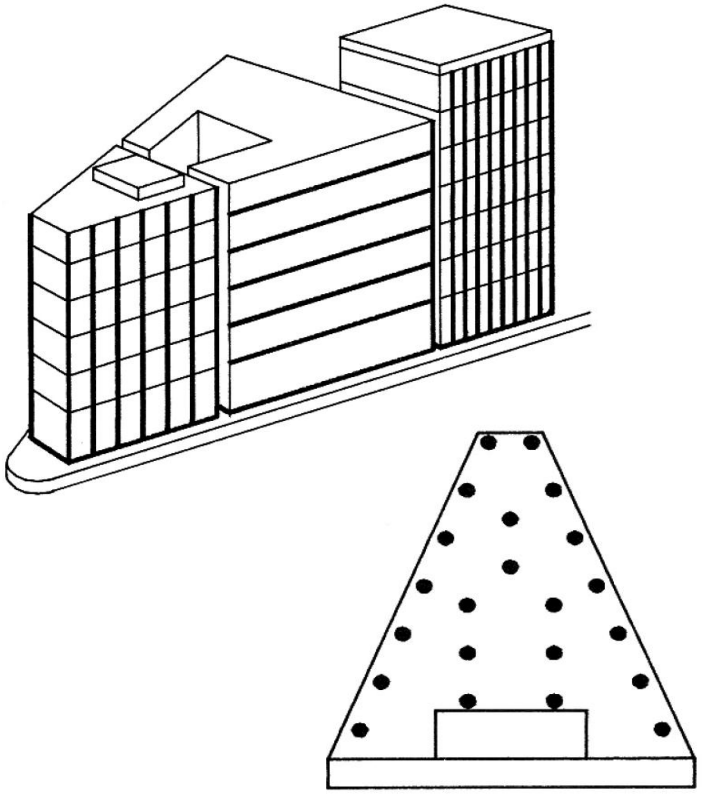


عمود:COL.
جدار مسلح:S.W.

عدم تحقيق التماثل في توزيع جدران القص

EX

مسقط مبنى على شكل إسفين وعناصره الإنشائية غير متوازية (Christopher A. 2001)



أ- مسقط مبنى على شكل إسفين (Wedge shaped plan) ب- تشوه المبنى، زلزال المكسيك 1985

SASPARM 2.0

EUCENTRE European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering

IUSS Scuola Universitaria Superiore Pavia

الأنظمة الإنشائية غير المتوازية وانماط المباني الدارجة في فلسطين

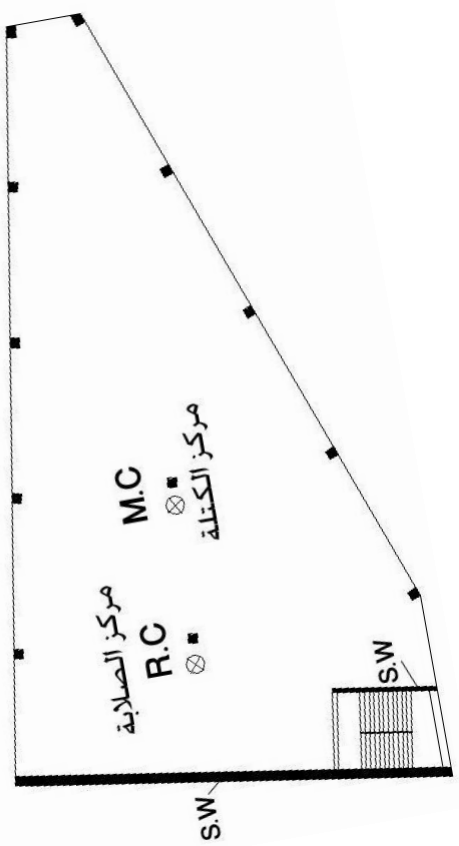
The nonparallel structural systems and Palestinian common buildings

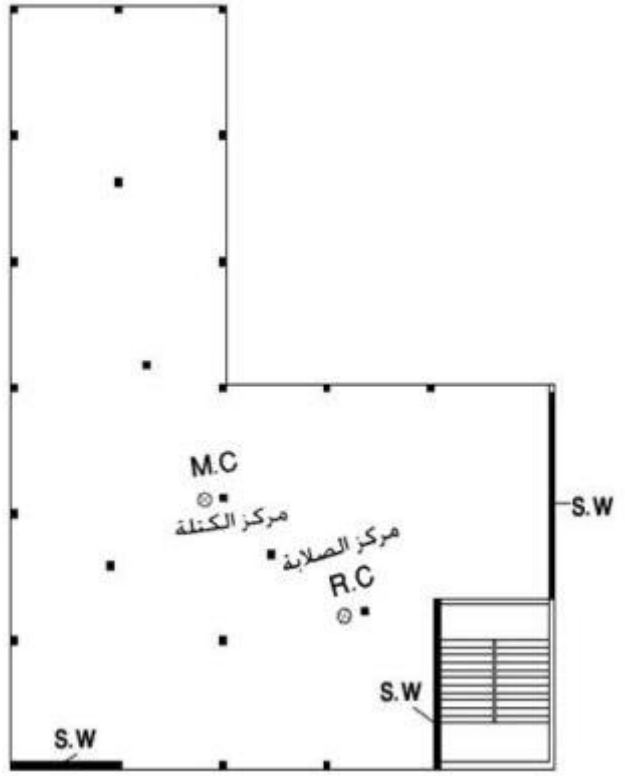
Discussion

Jalal Al Dabbeek, UPDRR center. NNU, PS

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

Ex. From Palestine

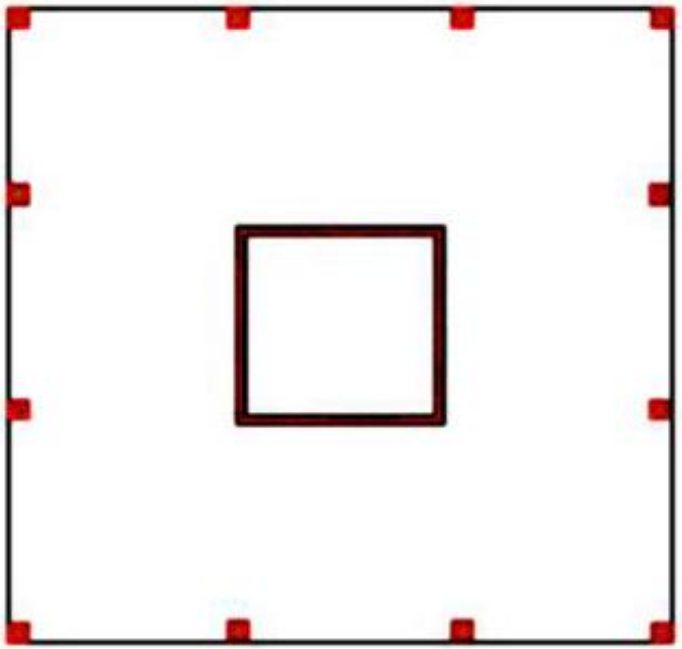




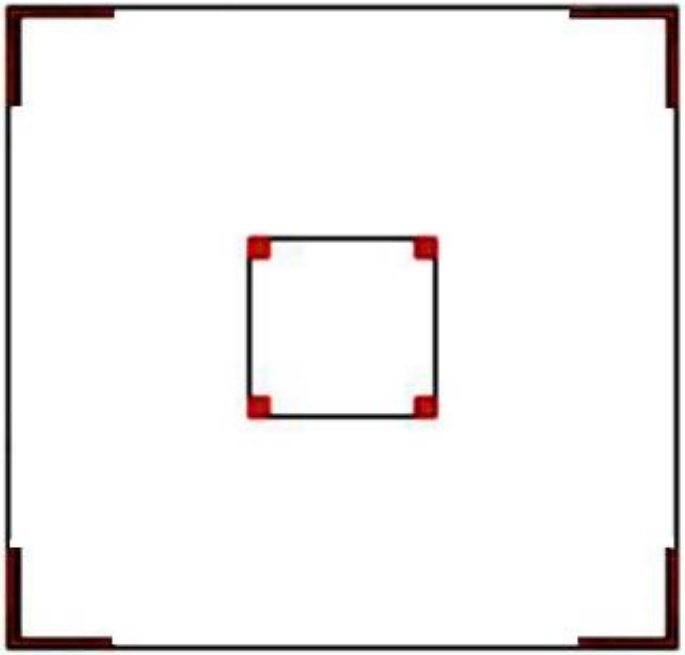
انحراف مركز الصلابة عن مركز الكتلة بسبب عدم التماثل في توزيع العناصر الإنشائية الرأسية

التماثل في مقاومة المحيط الخارجي للمبنى وصلابته
Symmetry in Perimeter Strength and Stiffness

- **Discussion K and K_t**

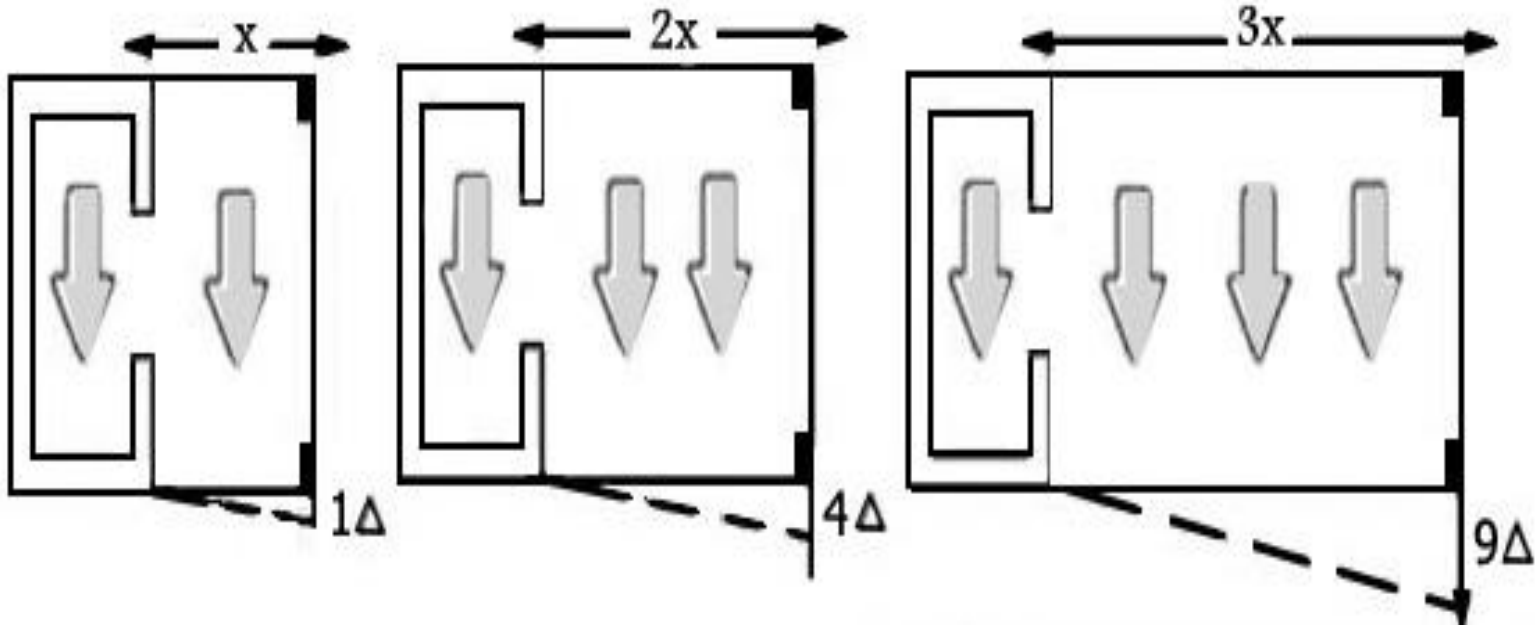


أ- تركيز جدران القص في الوسط



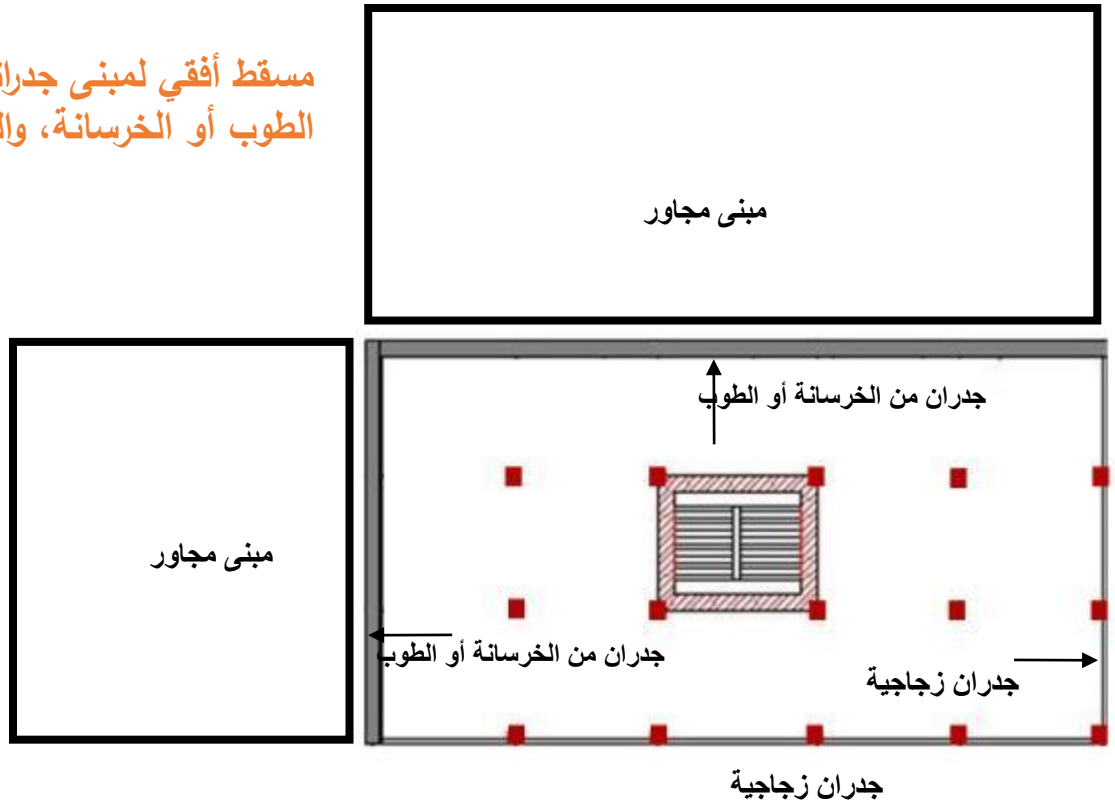
ب- تركيز جدران القص في الأطراف

توزيع جدران القص في مسقط المبنى



العلاقة بين ذراع الانحراف و التشوه الذي يحدثه عزم الالتواء

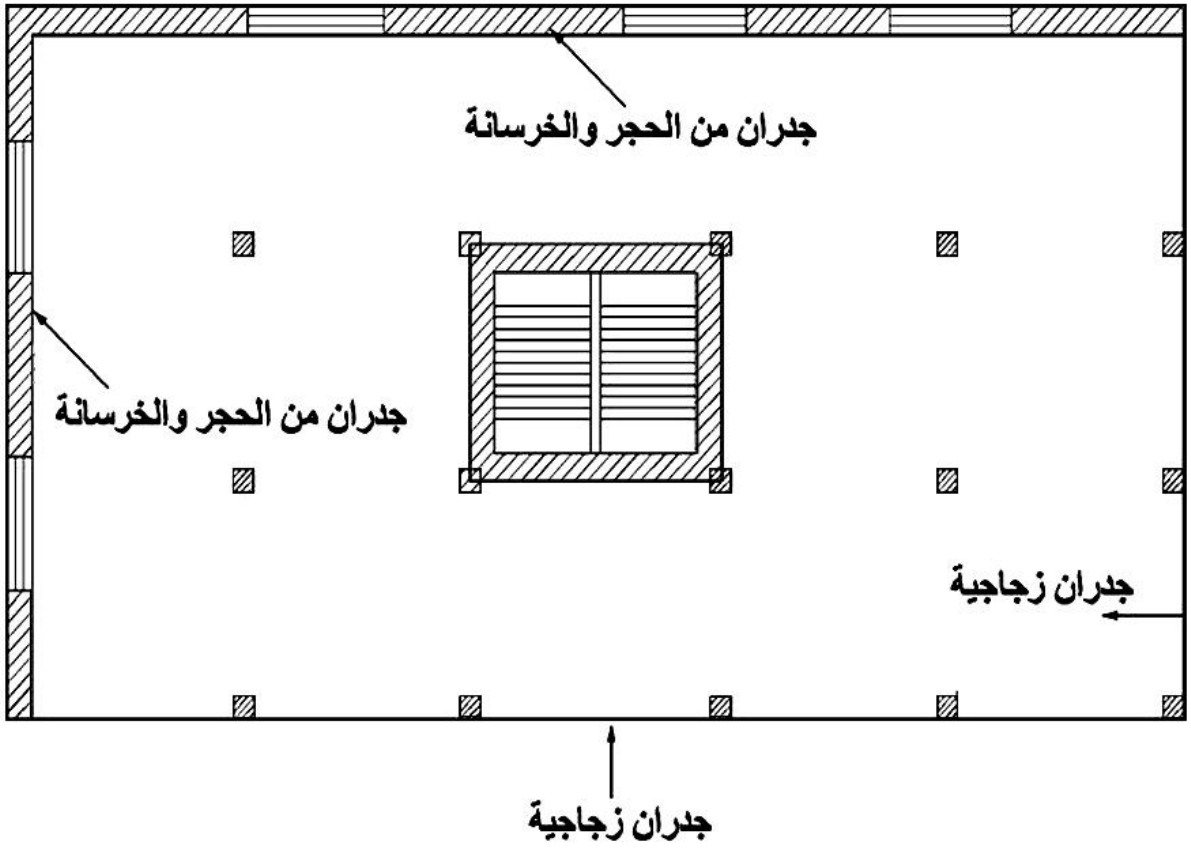
مسقط أفقي لمبنى جدرانه الخارجية نصفها يتكون من الطوب أو الخرسانة، والنصف الآخر من الزجاج.



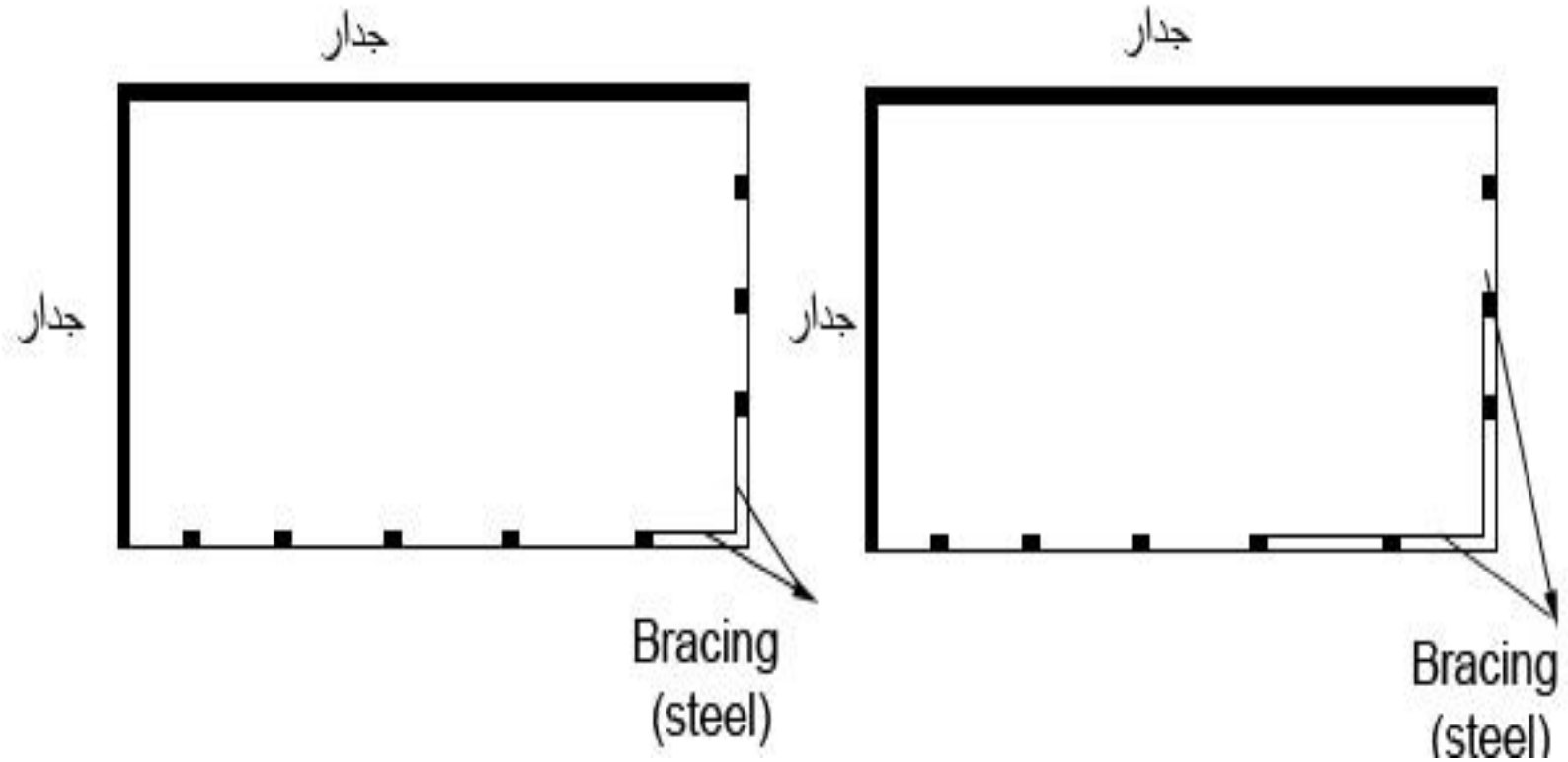
مثال (1.3): يقع المبنى الموضح في الشكل (١٢.٣) في منطقة تجارية، وعملاً بقوانين التنظيم المحلي، وبسبب محدودية مساحة الأرض، يتم تصميم هذا النوع من المباني بلصق جدران المبنى مع جدران المباني المجاورة، وفي كثير من الحالات يترك فاصل بسيط لا يتجاوز ٢ سم بين جدران هذه المباني

Ex. 2

أسباب وظيفية ومعمارية



مسقط أفقي لمبنى جدرانه الخارجية نصفها يتكون من الحجر والخرسانة، والنصف الأخر من الزجاج



ب- عناصر ربط وتكتيف معدنية

تزويد المبنى بعناصر ربط وتكثيف

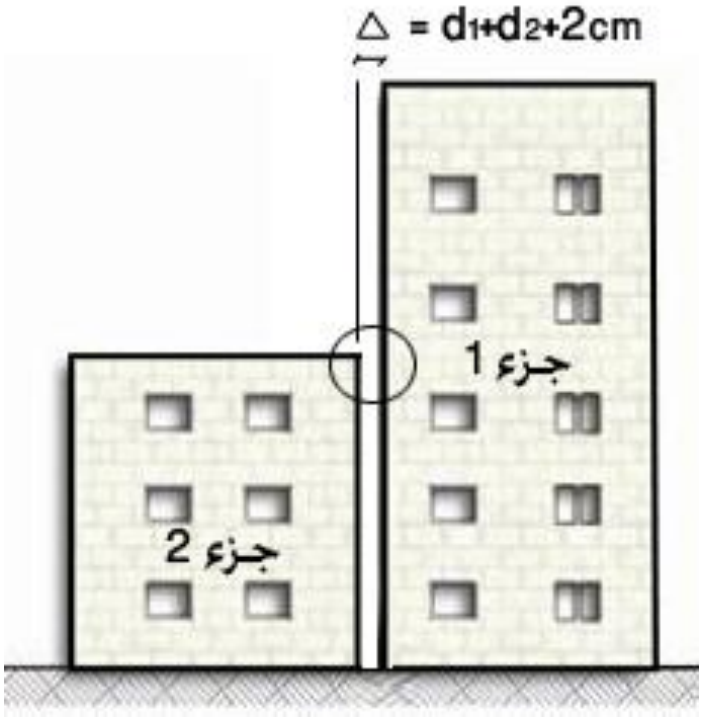
Palestinian Common Buildings

أنماط مبان دارجة محلياً:

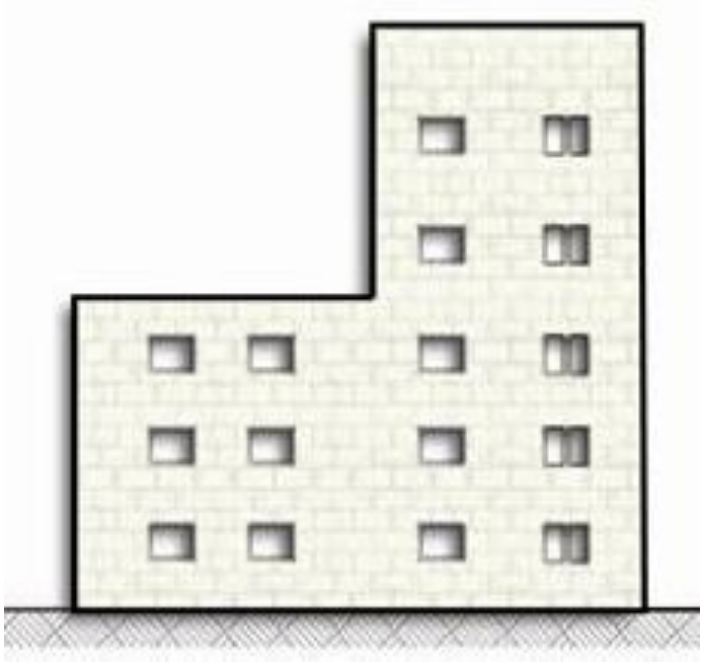
استخدام واجهات خارجية حجرية وزجاجية

2.4 عدم الانتظام الرأسي في شكل المبنى Vertical irregularity

عدم التماثل في هيئة المبنى الرأسية



ب) تحقيق الانتظام بفصل المبنى إلى جزئين



ا) عدم انتظام رأسي في شكل المبنى (تراجع طابقي)

انهيار المبنى بسبب التراجع في الطوابق
Setback
زلزال كوبي، اليابان 1995
(تقارير المعهد EERI)

أ- تراجع تدريجي في احد
جدران المبنى

ب - تراجع في ثلاث أو أربع
جدران (طابق الروف)

ج- تراجع لأكثر من طابق وغير تدريجي

التراجع الطابقي وأنماط المباني الدارجة محلياً (المؤلف)

3.4 وجود الطوابق الرخوة والضعيفة
Soft and Weak Stories

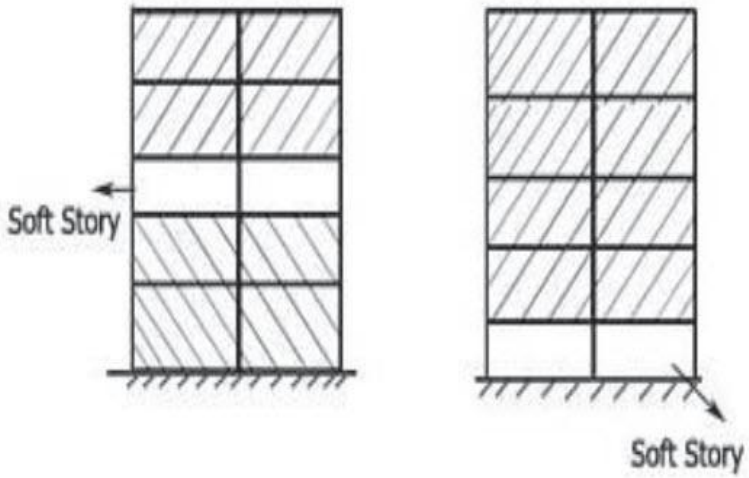
ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

الطابق الرخو او الضعيف (Soft story or weak story)

-تجنب استخدام أو تشكيل ظاهرة الطابق / أو الطوابق الرخوة (Soft story) أو الضعيفة (Weak story)، وهو أن يكون طابق أو أكثر في المبنى مكوناً من أعمدة فقط وبدون جدران، وبقيّة الطوابق تحتوي على أعمدة وجدران محمولة أو حاملة من الخرسانة المسلحة، وإن تعذر تجنب ذلك لأسباب معمارية أو وظيفية، مثلاً بسبب وجود طابق أو أكثر لمواقف السيارات أو أية استخدامات أخرى، فيمكن في هذه الحالة إضافة عدد مناسب ومحدود من الجدران وتوزيعها بشكل متماثل في المبنى وبما لا يعيق حركة المركبات أو الاستخدامات الأخرى للطابق.

Soft Story الطابق الرخو

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically



زيادة صلابة الطابق الأرضي من خلال اغلاق بعض الواجهات أوعمل إطارات خرسانية مسلحة صلبة جداً

Adding few walls or using rigid frame in the ground floor

تغيير مفاجئ في صلابة المبنى في المستوى الرأسي

تشكيل ظاهرة الطابق الرخو في الطابق الأرضي (soft story)

Soft Story at the first floor

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

Soft Story at the first floor

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

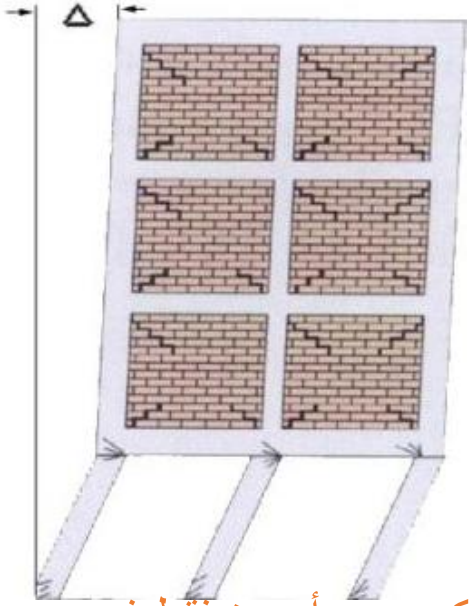
صورة 6

زلزال 1999

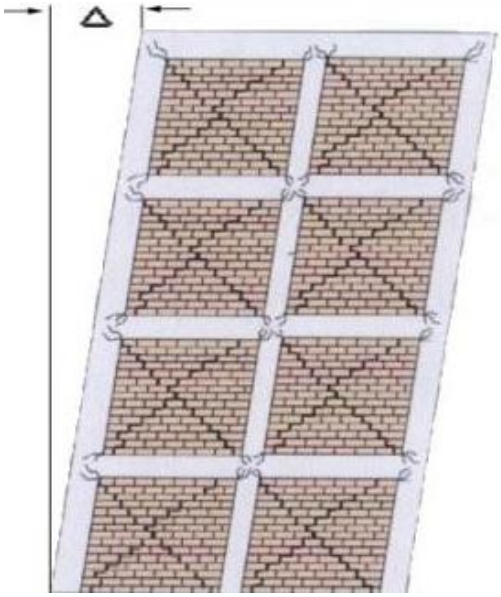
زلزال تركيا ١٩٩٩

انهيارات في المباني بسبب ظاهرت تشكيل الطابق الرخو في الطابق الارضي(تقارير المعهد EERI)

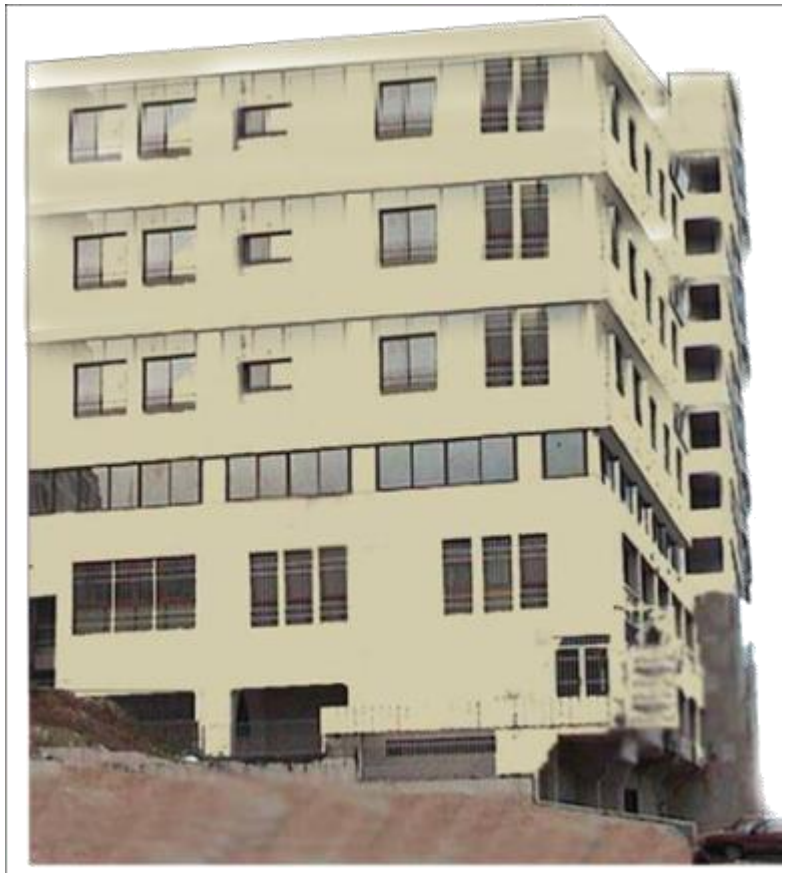
آلية تأثير وجود طابق رخو في المباني



أ) الطابق الأرضي يتكون من أعمدة فقط في حين تتكون الطوابق الأخرى من أعمدة و جدران



ب) جميع الطوابق تتكون من أعمدة وجدران



بعض أنماط المباني الدارجة محلياً ووجود طابق/ أو طوابق رخوة في الطوابق الوسطية أو المتكررة

زلزال الهند 2001

تشكيل الطابق الرخو في الطوابق الوسطية

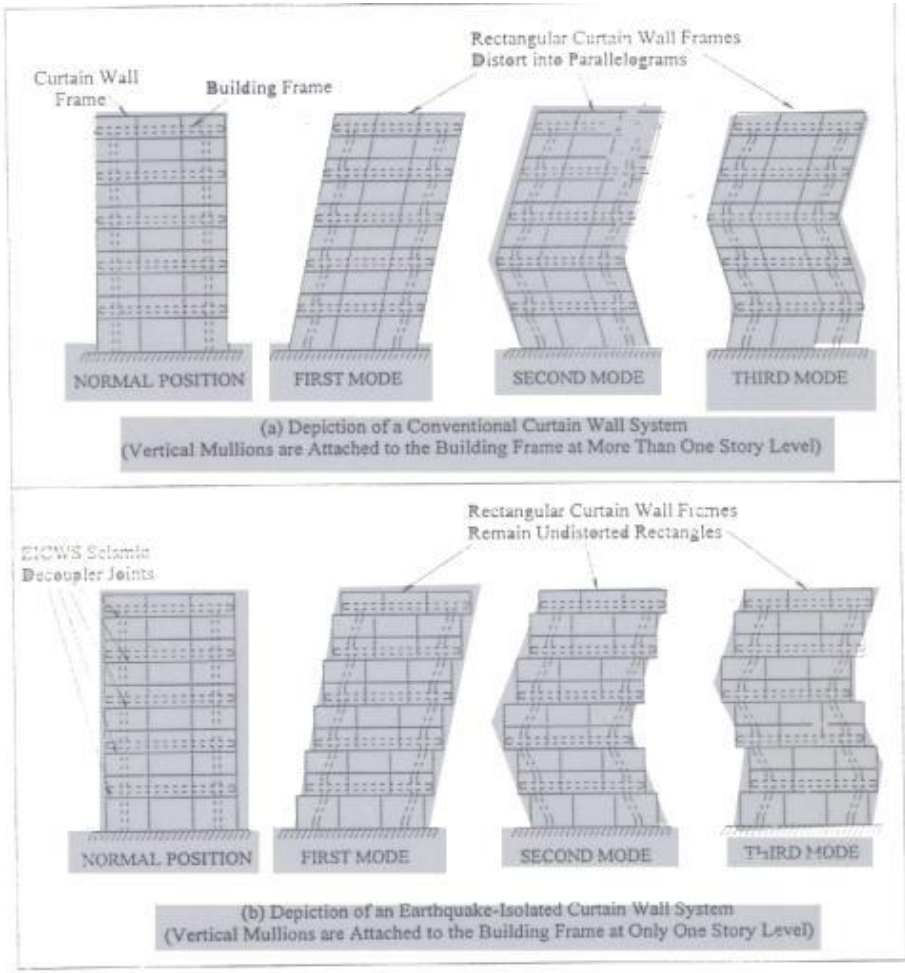
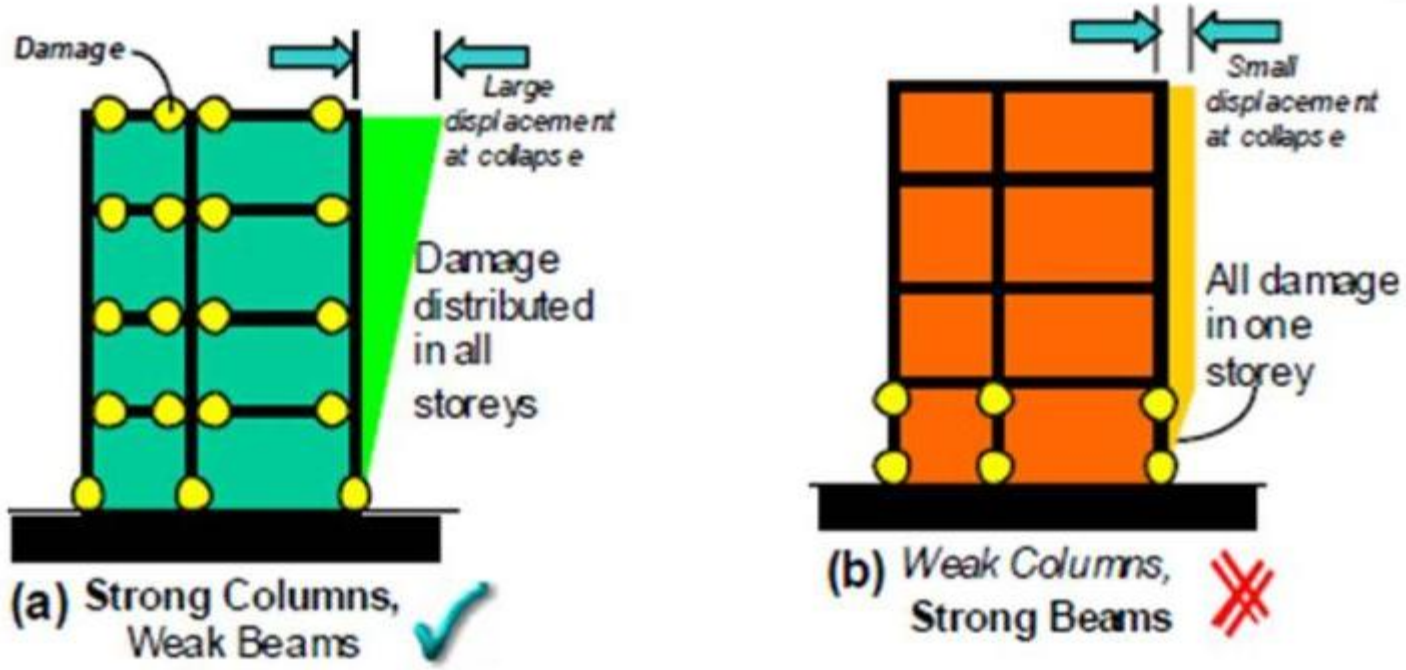
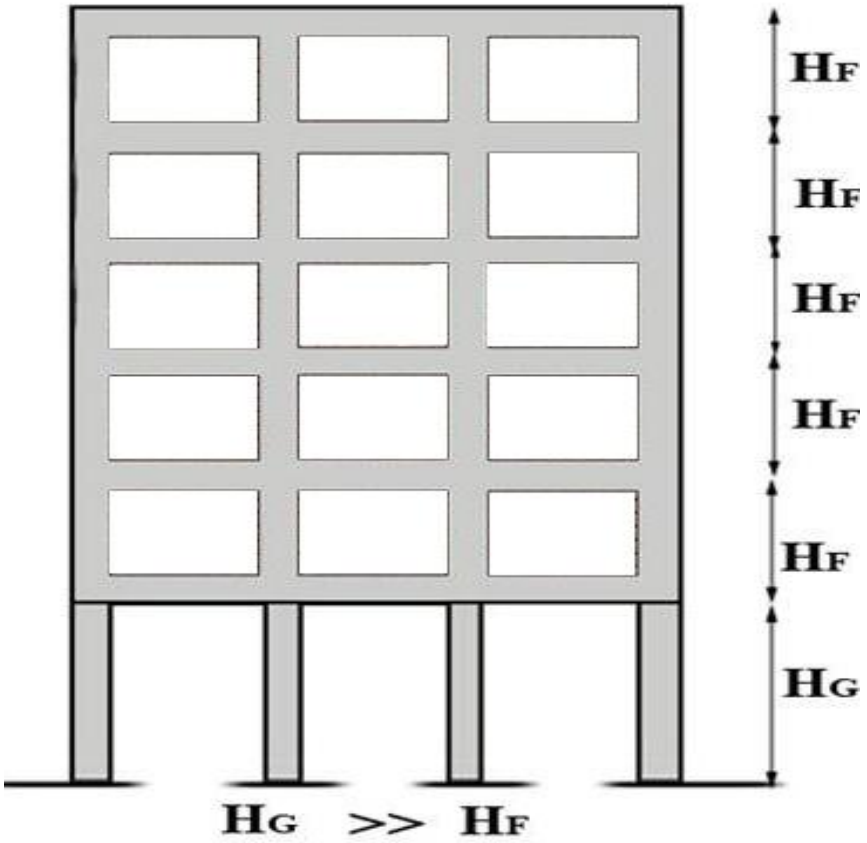


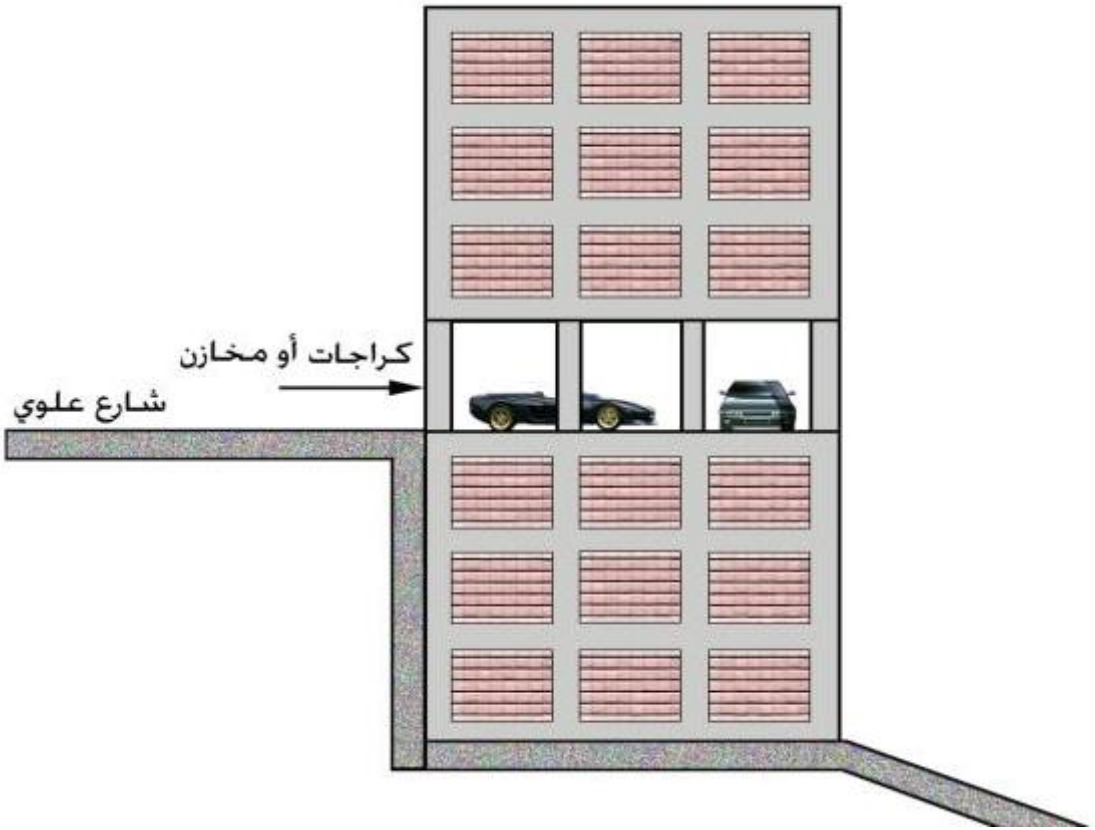
Figure . Schematic representation of fundamental vibration modes of a typical building frame: (a) clad with a conventional curtain wall system; and (b) clad with an Earthquake-Isolated Curtain Wall System.



Two distinct designs of buildings that result in different earthquake performances – *columns should be stronger than beams.*

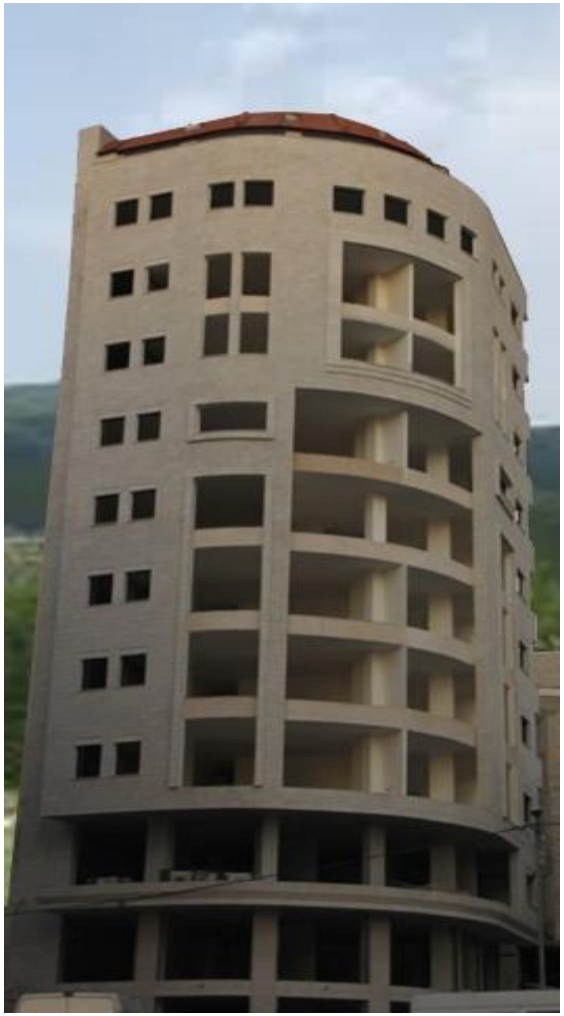


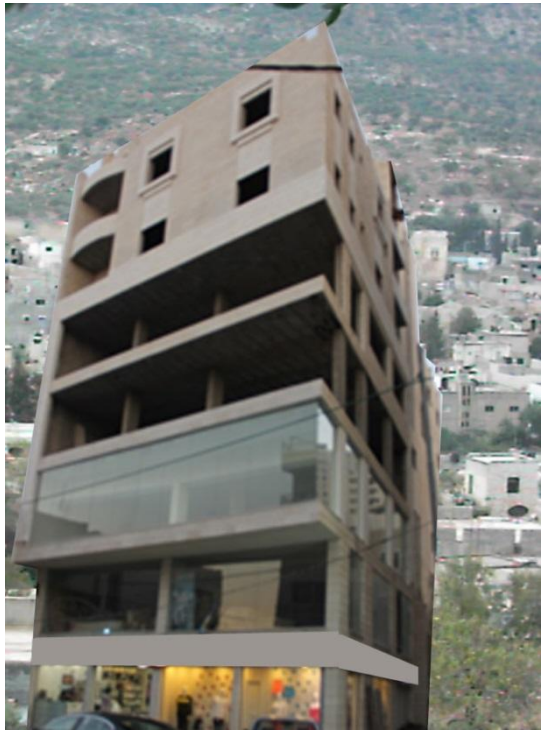
تشكيل طابق رخو بسبب ارتفاع الطابق الأرضي أكبر من ارتفاع بقية الطوابق (المؤلف)

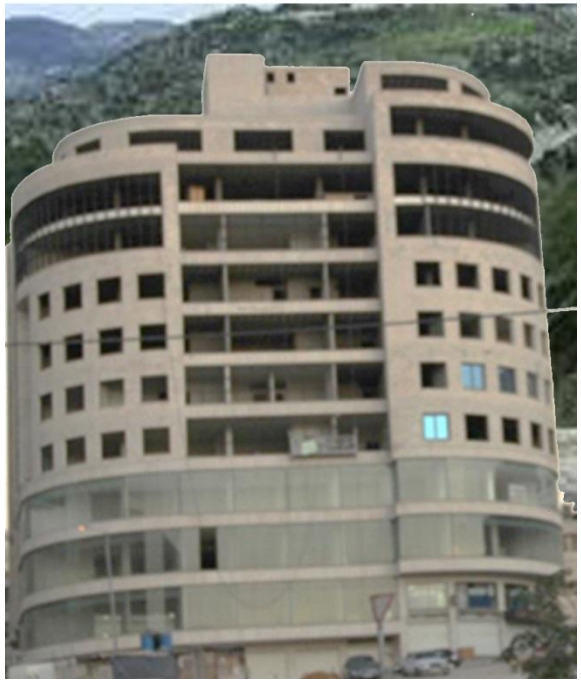


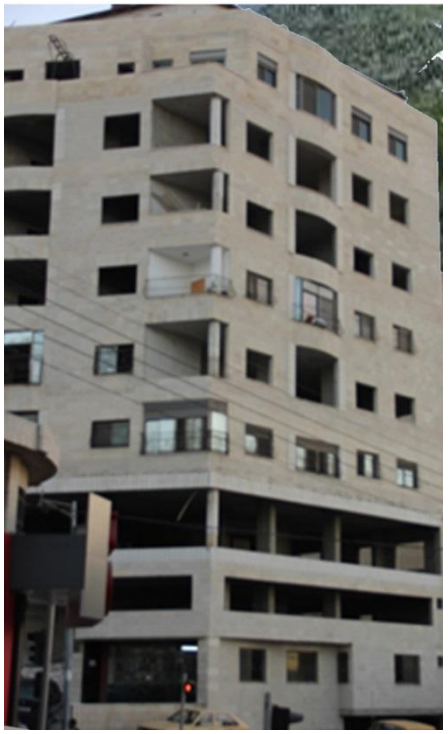
وجود ظاهرة الطابق الرخو في طوابق المبنى الوسطية، بسبب المتطلبات الوظيفية (المؤلف)

بعض أنماط المباني الدارجة محلياً ووجود طابق/ أو طوابق رخوة في الطوابق الوسطية أو المتكررة (المؤلف)





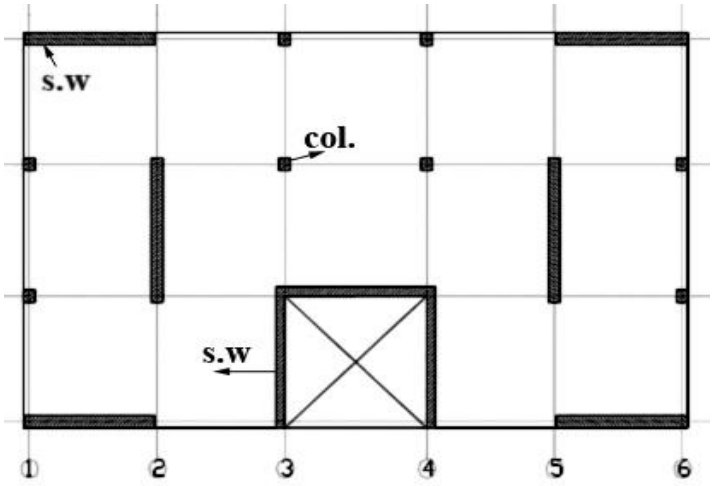


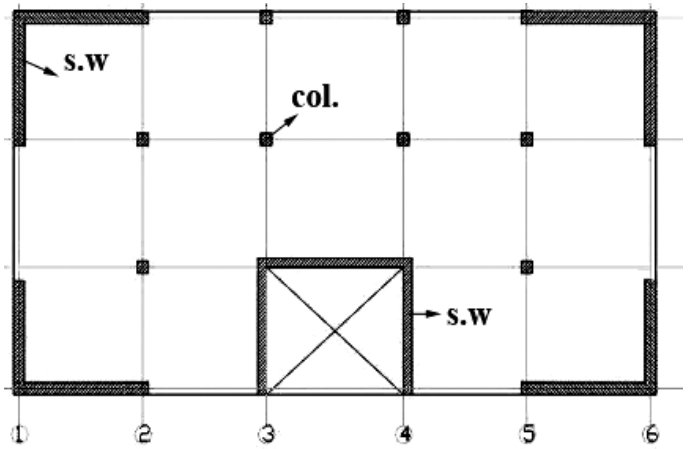


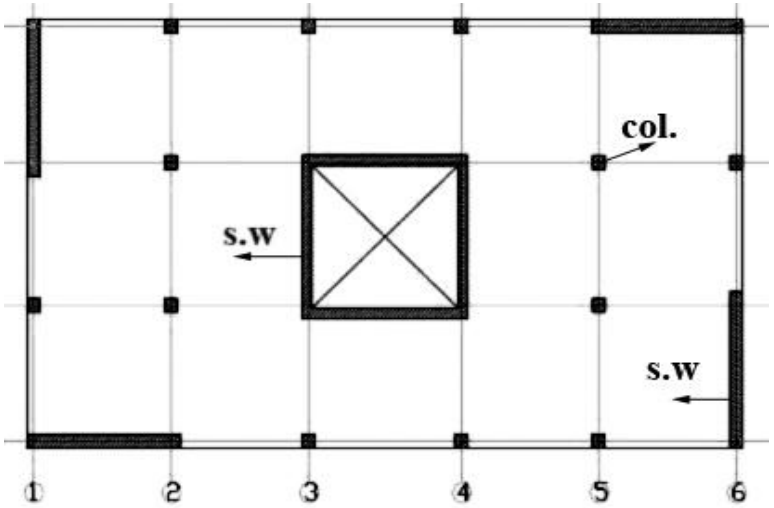
حلول مقترحة لمعالجة مشكلة الطابق الرخو:

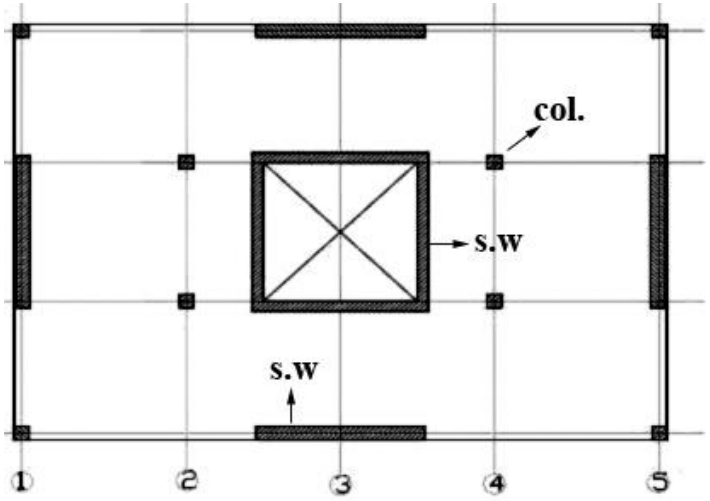
Solutions

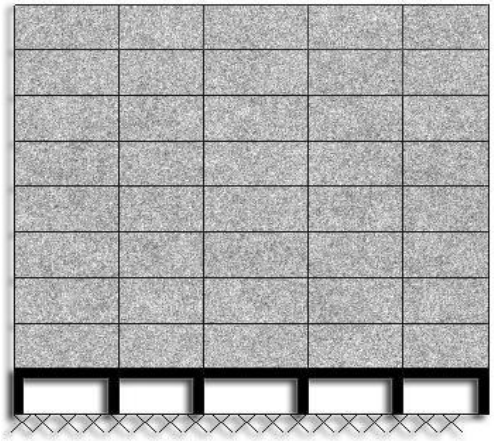
ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection


S.W
col.
S.W
1
2
3
4
5
6


S.W
col.
S.W
1
2
3
4
5
6

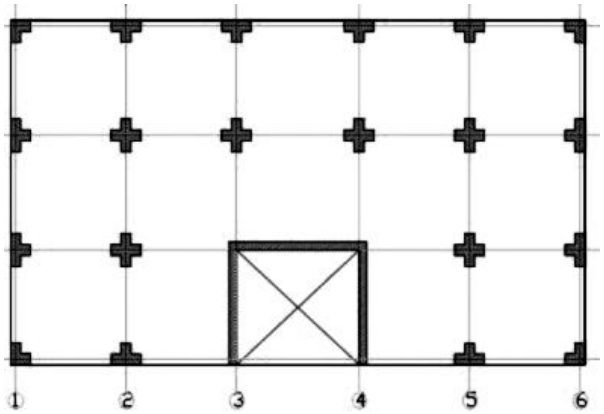

col.
S.W
S.W
1
2
3
4
5
6

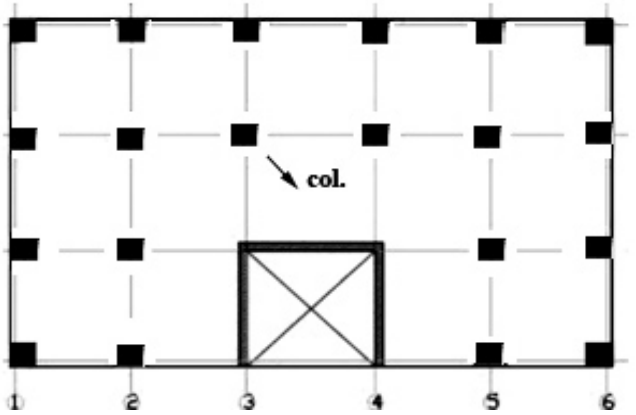

col.
S.W
S.W
1
2
3
4
5



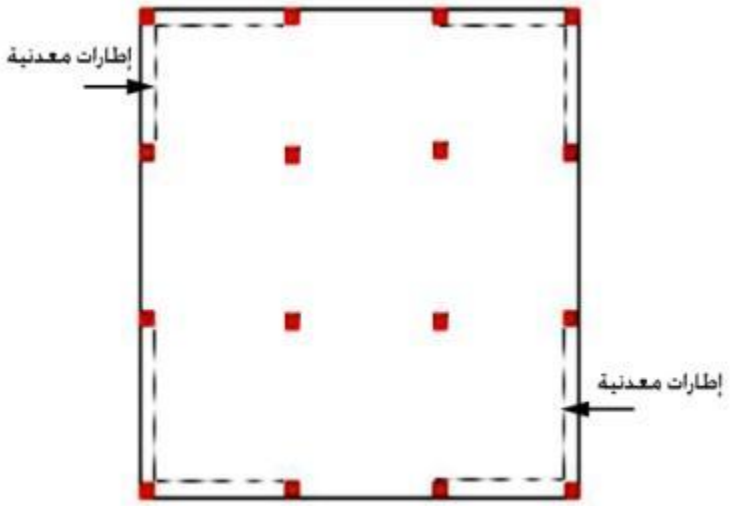
■ أعمدة صلبة جداً مصممة لمقاومة القوى القاصة الزلزالية(V)

■ أعمدة صلبة جداً مصممة لمقاومة القوى القاصة الزلزالية(V)

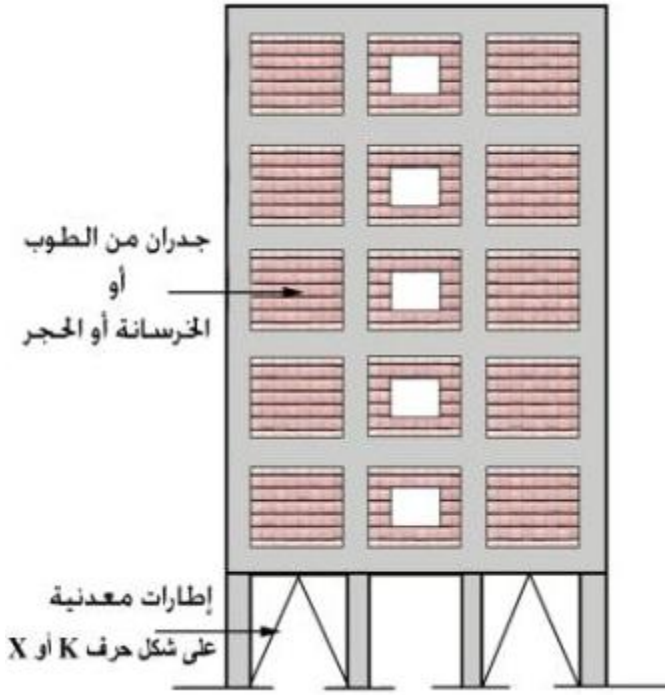




تزويد الطابق الأرضي بإطارات صلبة من الخرسانة المسلحة (المؤلف)



مسقط أفقي لشكل عام



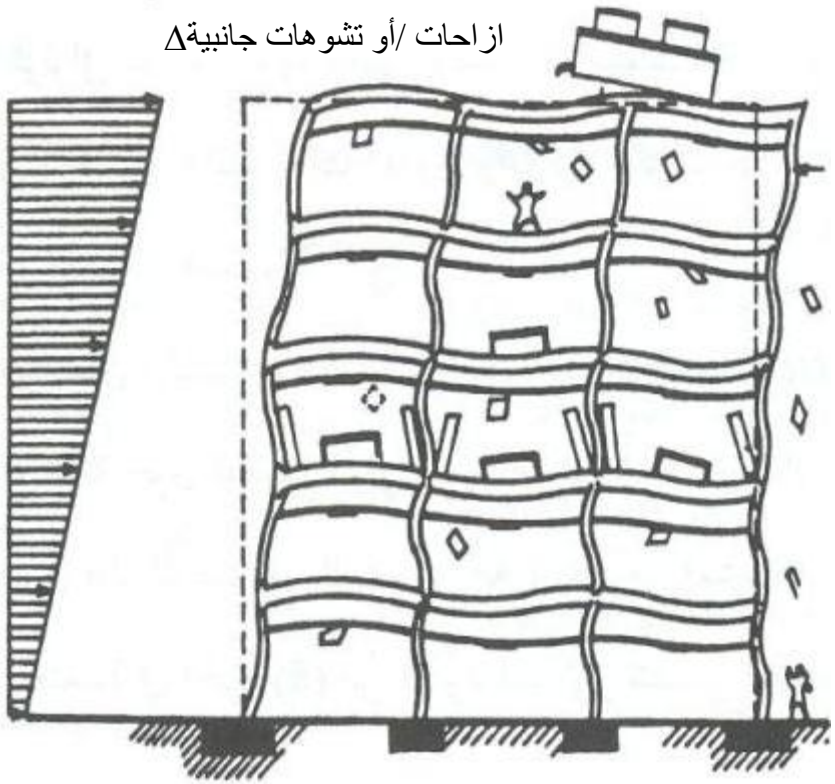
شكل عام

أ–تربيط/ وتكتيف الطوابق الرخوة من خلال استخدام الإطارات المعدن (المؤلف)

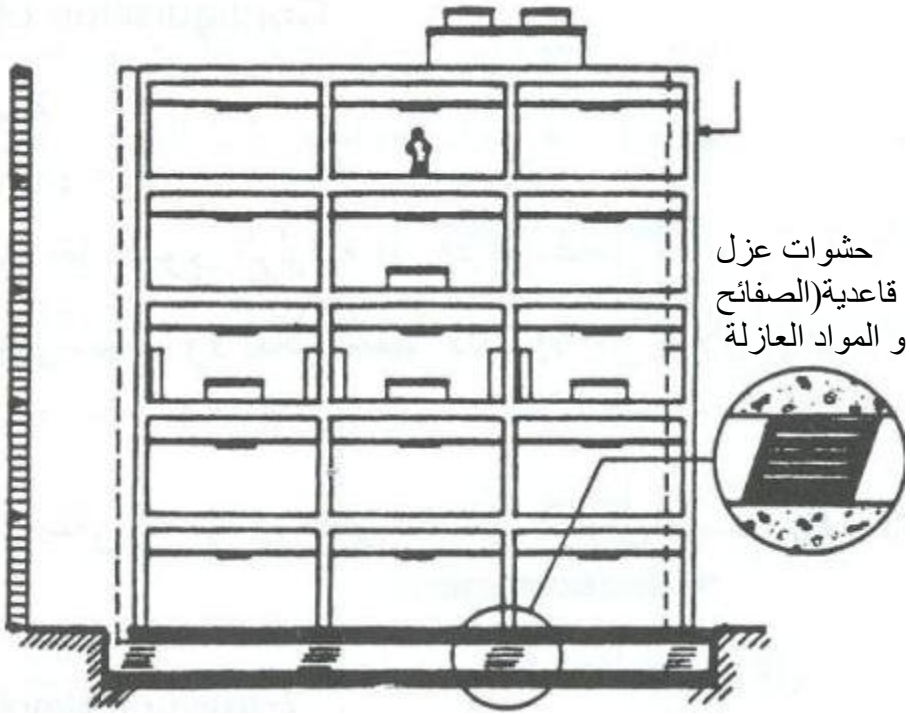
ب) صور لتربيط/ وتكتيف الطوابق الرخوة من خلال استخدام الإطارات المعدنية

تربيط/ وتكتيف الطوابق الرخوة من خلال استخدام الإطارات المعدنية

استخدام أحد أنظمة العزل الزلزالي (Seismic Isolation) عند مستوى القواعد



شكل (٢.٨) : منشأ مبنى عادي مقاوم للزلازل



شكل (٣.٨) : منشأ معزول زلزالياً

View of Basement in Bhuj Hospital building – *built with base isolators after the original District Hospital building at Bhuj collapsed during the 2001 Bhuj earthquake.*

Short Columns الأعمدة القصيرة

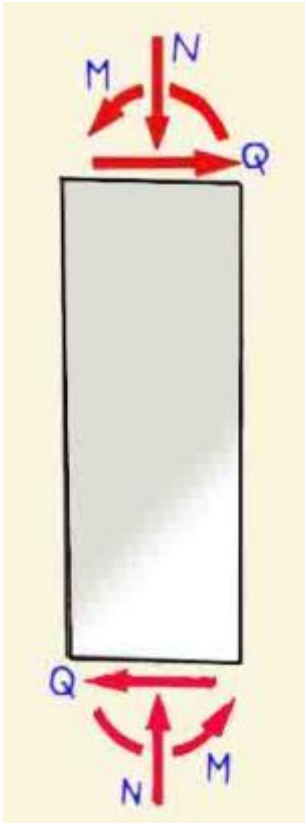
Formation of short column.

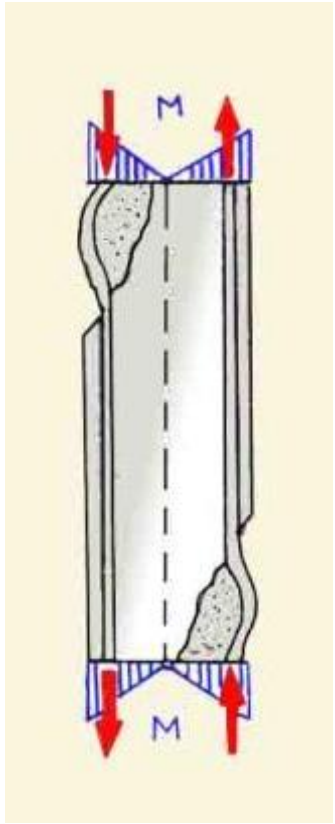
ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

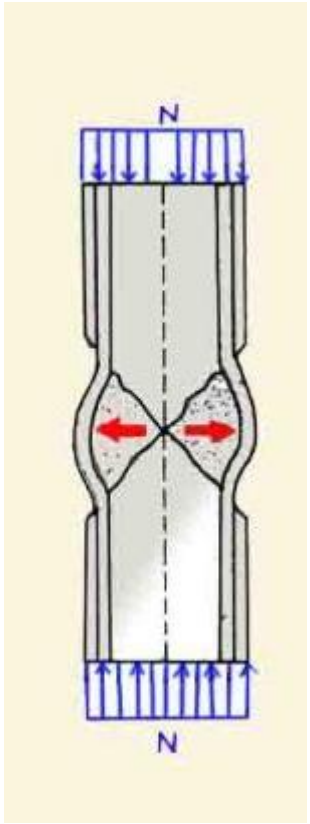
تشكيل الأعمدة القصيرة (Formation of short columns)

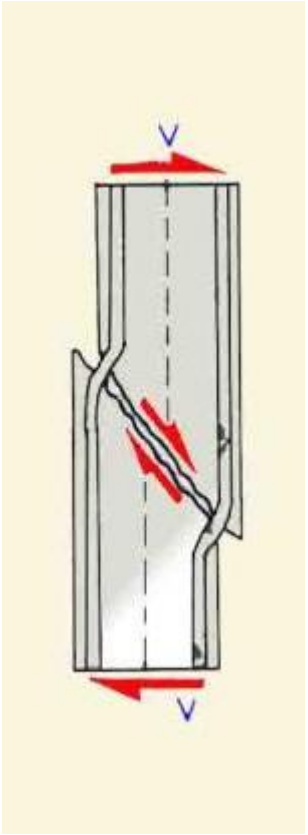
الانتباه للأعمدة القصيرة أو لظاهرة تشكيل الأعمدة القصيرة (Formation of short columns)، وذلك لحساسية هذا النوع من الأعمدة للقوى القاصة الزلزالية، وفي حالة وجود أو تشكيل هذا النوع من الأعمدة لأسباب معمارية أو وظيفية، فإنه ينبغي تأمين مقاومة كافية للقوى القاصة الزلزالية، وهذا يتم عادة من خلال توفير الإحاطة المطلوبة (Required confinement) لمقاطع هذه الأعمدة، ويمكن تحقيق ذلك عن طريق تكثيف ال"كانات" وزيادة عددها في المقطع الواحد للعمود أو / و زيادة قطر الكانات المستخدمة (استخدام قطر ١٠ مم بدل ٨ مم)، إضافة إلى توفير نوعية عالية للخرسانة، ومن الأمثلة على ظاهرة تشكيل الأعمدة القصيرة: المنطقة أو الحيز الذي يفصل بين نافذتين متجاورتين متقاربتين في الجدار الواحد. أما وجود الأعمدة القصيرة فهي كثيرة، مثل: رقاب الأعمدة التي قد توجد أسفل مستوى الطابق الأرضي، والأعمدة أو الدعامات في طوابق السدد، وغيرها.

COWON



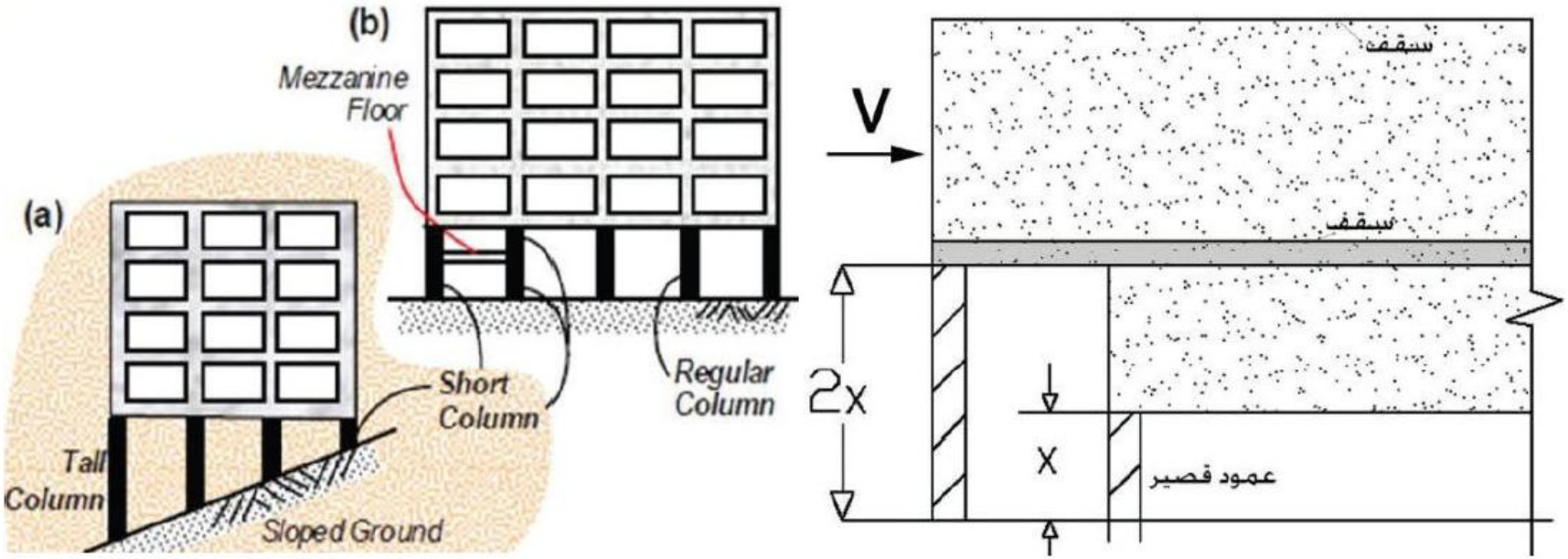




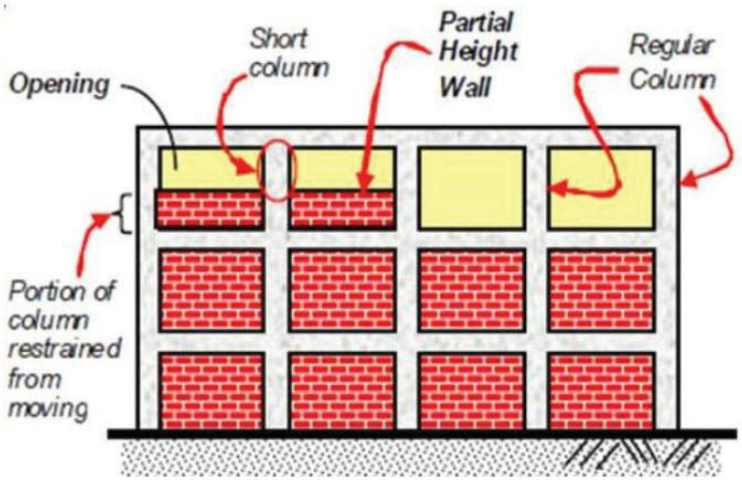


المناطق الحرجة و أثر كل من القوى العمودية N و قوى القص V و عزم الانحناء M

Formation of short columns تشكيل الأعمدة القصيرة

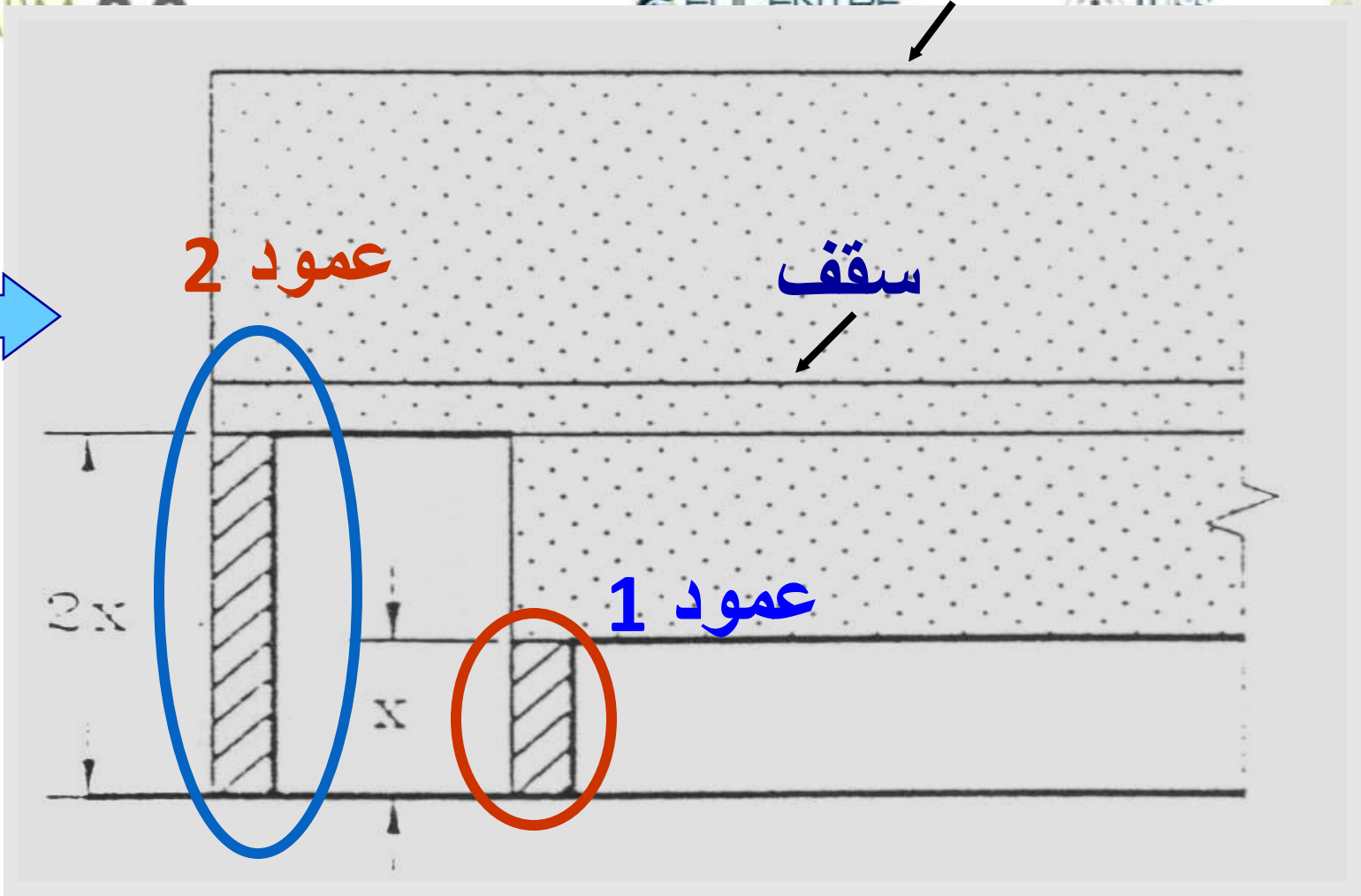


يتعرض العمود X لقوى زلزالية مقدارها 8 أضعاف القوى الزلزالية التي يتعرض لها العمود X2



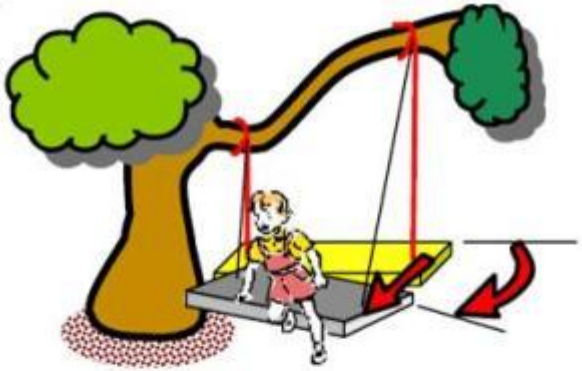
تشكيل الأعمدة القصيرة
Formation of short columns

ظاهرة تشكيل الأعمدة القصيرة في أنماط المباني الدارجة محلياً (المؤلف)

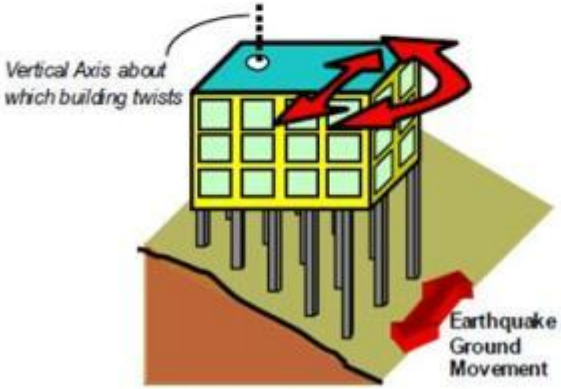


عمود1 يأخذ 8 أضعاف عمود 2 من القوى الأفقيّة

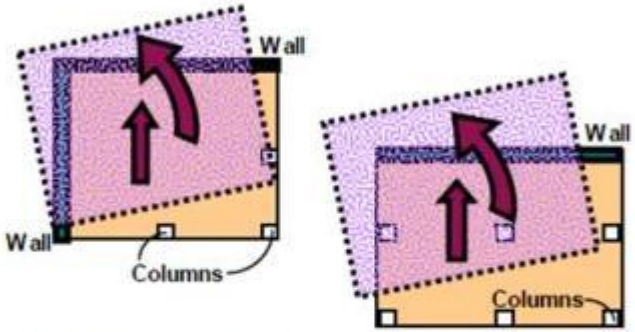
$$K = nEI / L^3$$



(a) Swing with unequal ropes

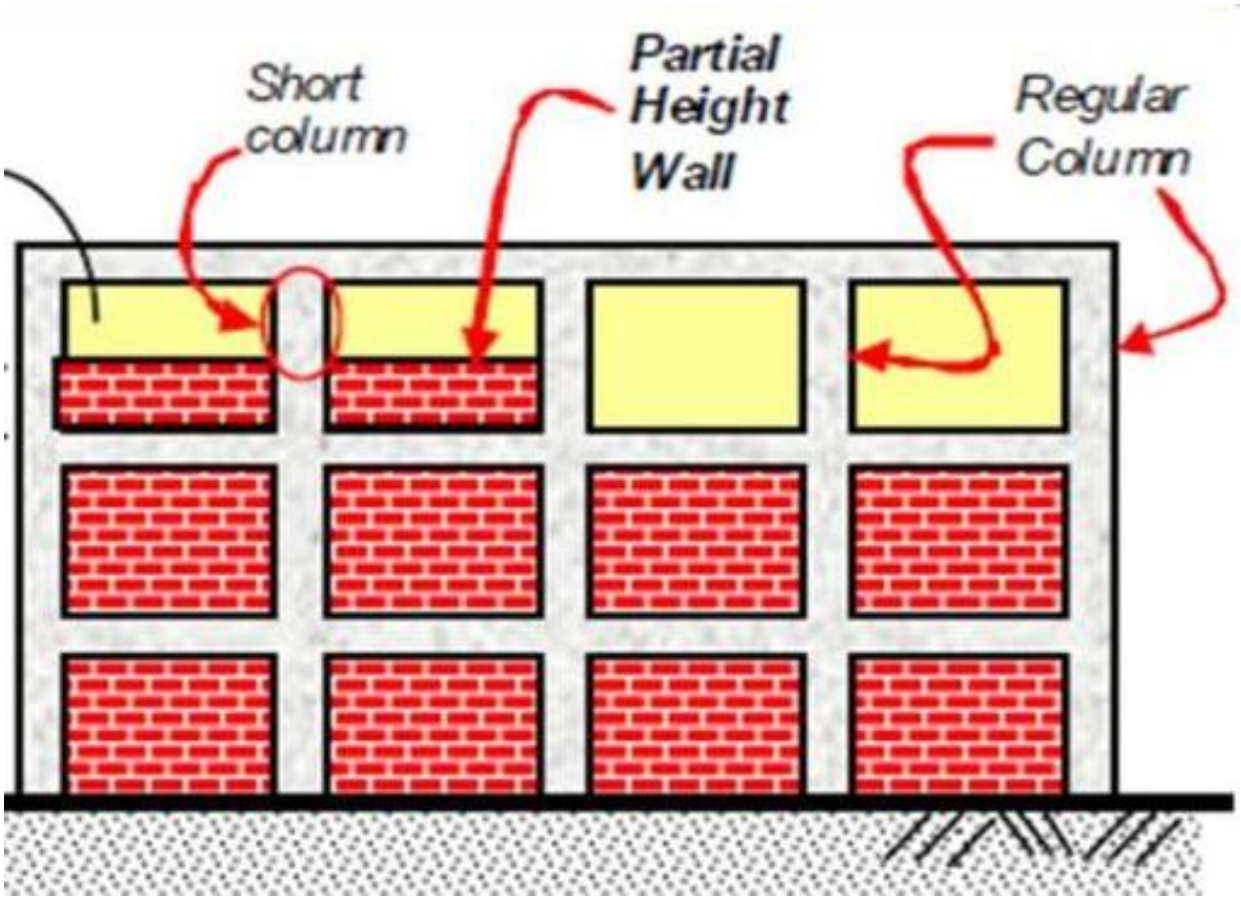


(b) Building on slopy ground



(c) Buildings with walls on two/one sides (in plan)

Buildings have unequal vertical members; they cause the building to twist about a vertical axis.


Short column
Partial Height Wall
Regular Column

انهيارات في الاعمدة القصيرة (تقارير المعهد EERI)

انظمة الطيرانات (Cantilever systems)

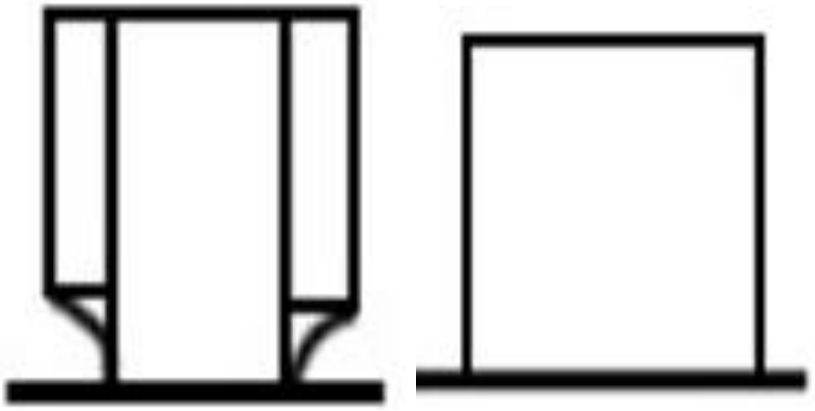
تجنب استخدام أنظمة الطيرانات أو البروزات الكبيرة (Cantilever systems)، خصوصاً إذا كانت بحور (Spans)هذه الطيرانات كبيرة ومحملة بأحمال ميتة كبيرة، وإن تعذر تحقيق ذلك لأسباب وظيفية أو معمارية، فيجب في هذه الحالة الالتزام بطرق التصميم الإنشائي الخاصّة بالطيرانات المحملة.

الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي

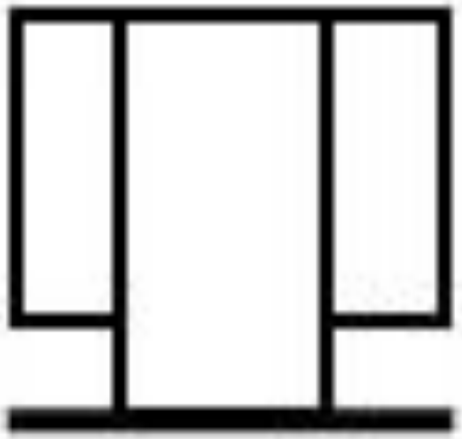
Seismic Performance and Building Configuration

Cantilever Systems البروزات المعمارية والطيرانات

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically

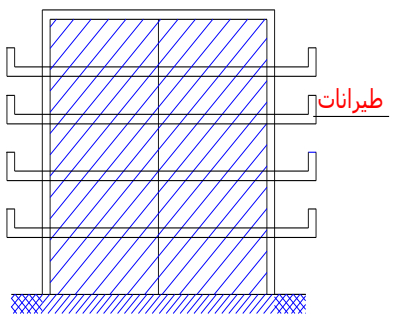


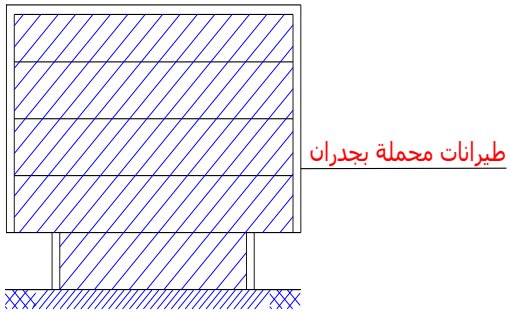
تجنب الطيرانات المحملة أو تدعيمها بنظام خاص

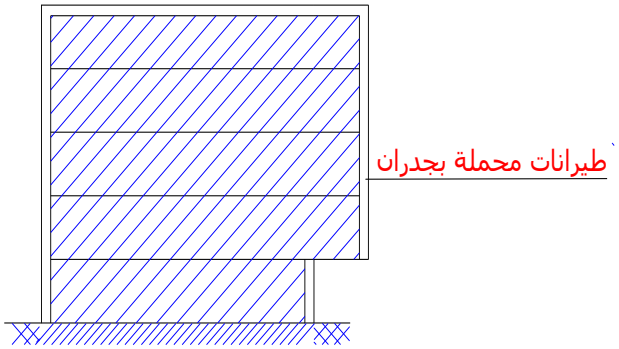


الطيرانات المحملة

انظمة الطيرانات
Cantilever Systems

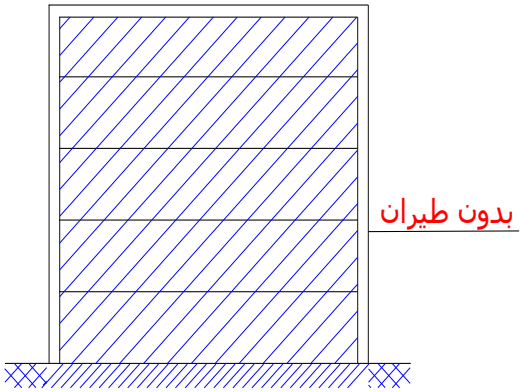






With cantilever systems

الأفضل زلزالياً

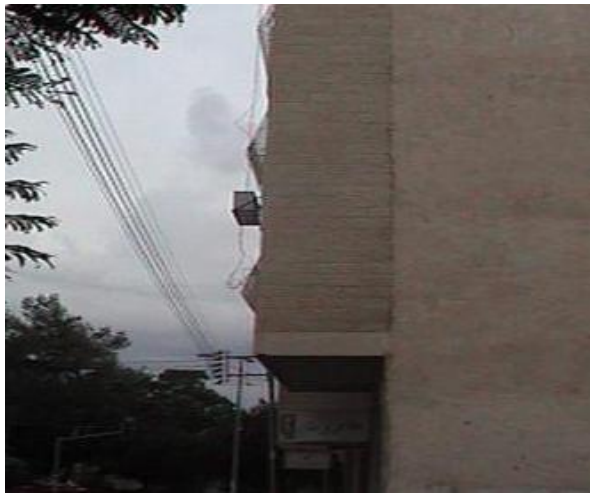


Without cantilever

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

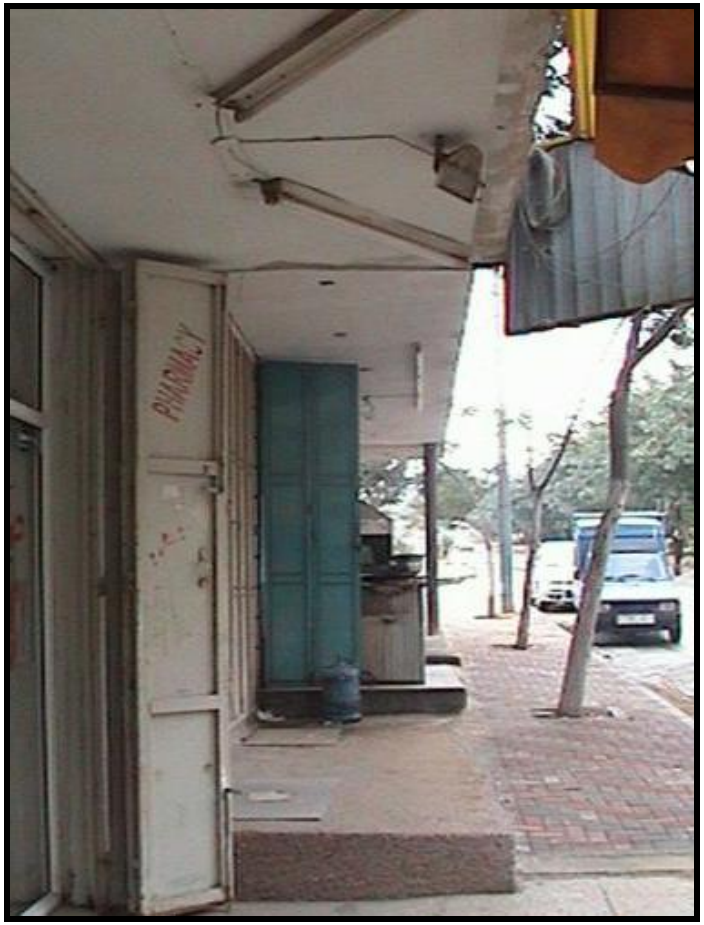
Using Cantilever Systems

استخدام الأنظمة الكابولية/ الطيرانات



انهيار الطيرانات- زلزال تركيا1999 (USGS 2000)

استخدام الأنظمة الكابولية /الطيرانات و البلاكين المحملة في أنماط المباني الدارجة محلياً (المؤلف)



ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

تجاور / تلاصق المباني (Adjacency of buildings)

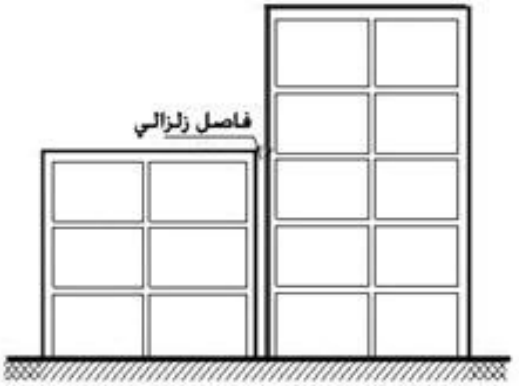
توفير مسافة كافية بين المباني المتلاصقة / المتجاورة وبين أجزاء المبنى الواحد، وذلك لتجنب تصادمهما (Pounding between adjacent buildings) عند تعرضها للحركات الاهتزازية، وتصمم وتنفذ هذه المسافة باعتبارها فاصل زلزالي (Seismic joint)، ويتم حساب عرض هذا الفاصل (ويرمز له عادة بالرمز d) وفقاً لشروط كود التصميم، حيث تعتمد قيمة d على ارتفاع المبنى وعرضه وارتفاع طوابقة ونوع نظامه الإنشائي المستخدم. ويجب الانتباه إلى أنه إذا وجدت في المبنى أنواع الفواصل الأخرى، كفواصل الهبوط والتمدد، فيجب أن يتم تنفيذها هي الأخرى وفقاً لمتطلبات الفاصل الزلزالي.

الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي

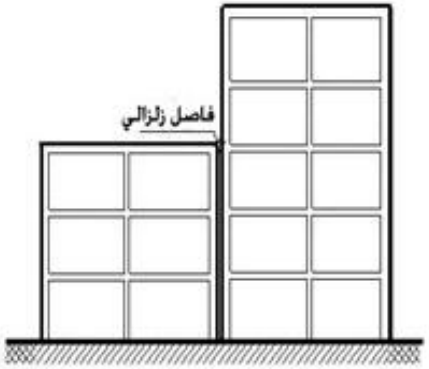
Seismic Performance and Building Configuration

Horizontal and Vertical Configuration of Buildings الهيئة الأفقية والرأسية للمباني

مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically	غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically

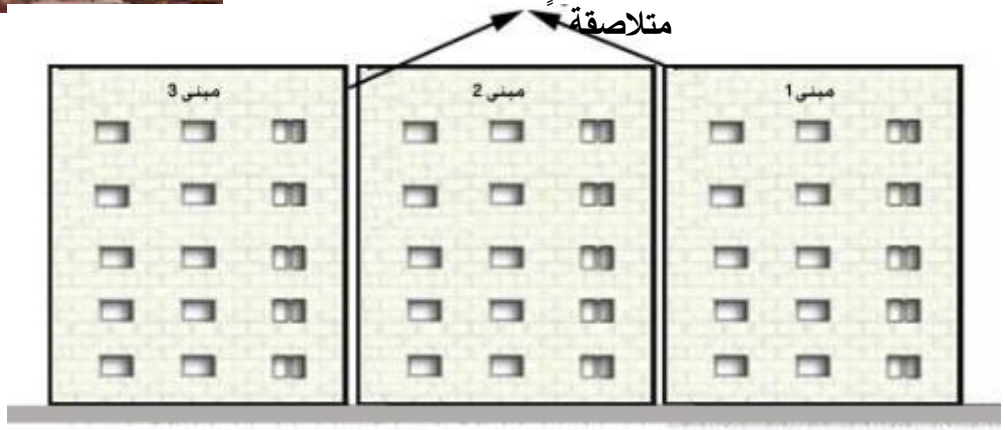


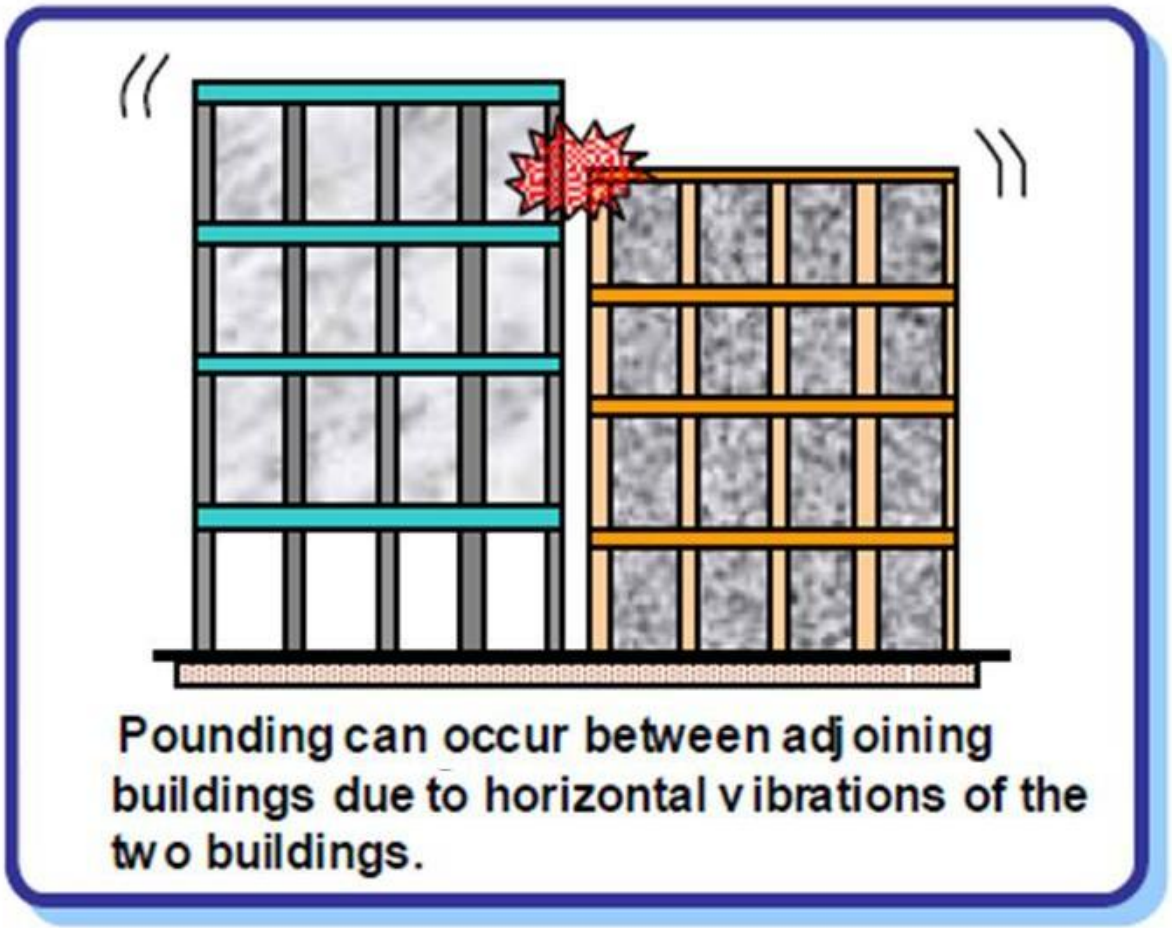
عرض الفاصل الزلزالي مناسب
(المسافة كافية بين المبنيين أو جزني المبنى)
Suitable seismic joint



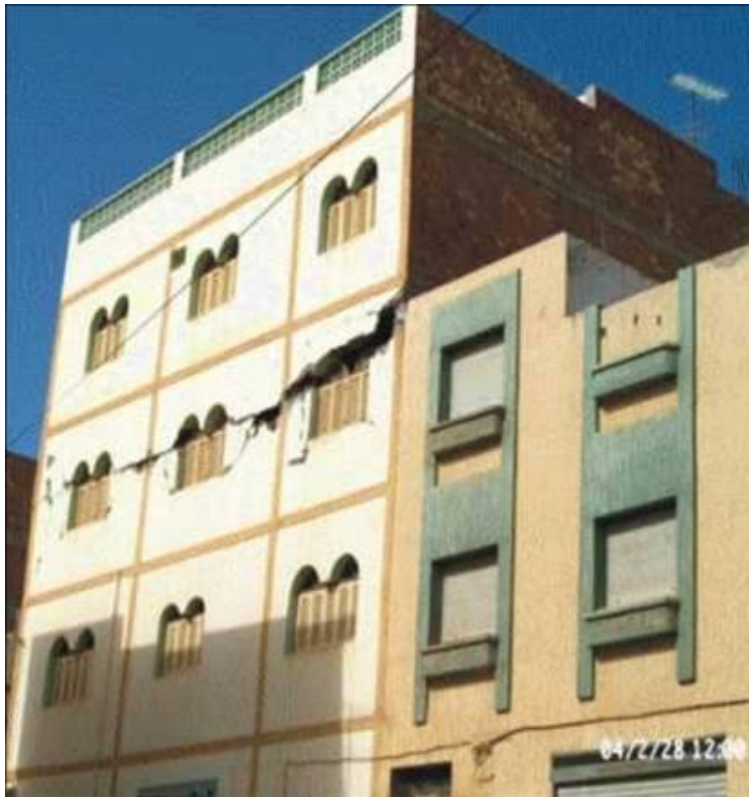
عرض الفاصل الزلزالي غير مناسب ويمكن
حصول تصادم بين الجزنين
(المسافة صغيرة بين المبنيين أو جزني
المبنى)
seismic joints - not suitable

الفواصل بين المباني المتجاورة في أنماط المباني الدارجة محلياً(المؤلف)



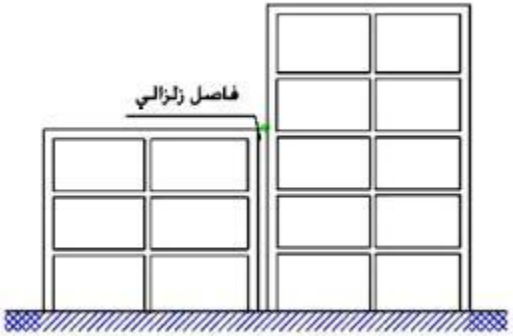

Pounding can occur between adjoining buildings due to horizontal vibrations of the two buildings.

تصادم المباني بسبب عدم توفير عرض كافٍ للفواصل الزلزالية (تقارير المعهد EERI)

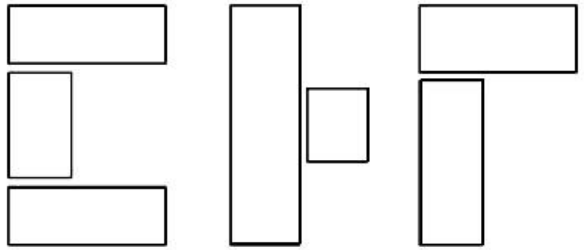


أ- انهيار جزئي

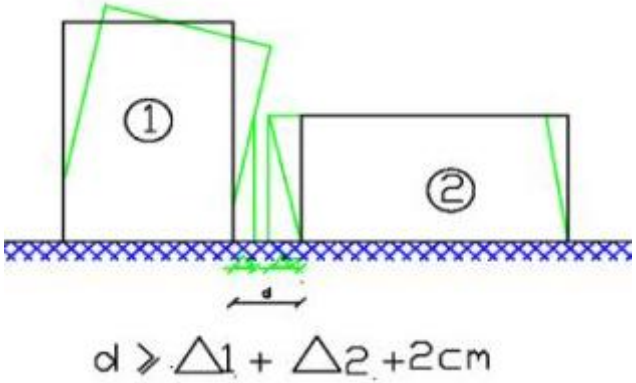
ب- انهيار كلي

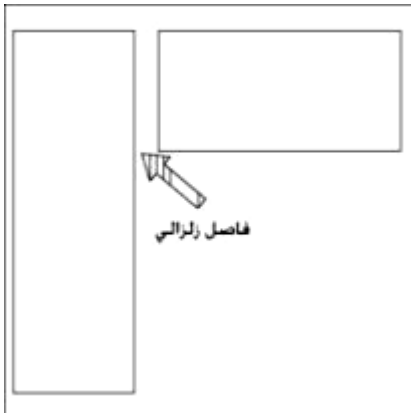


مسقط جانبي

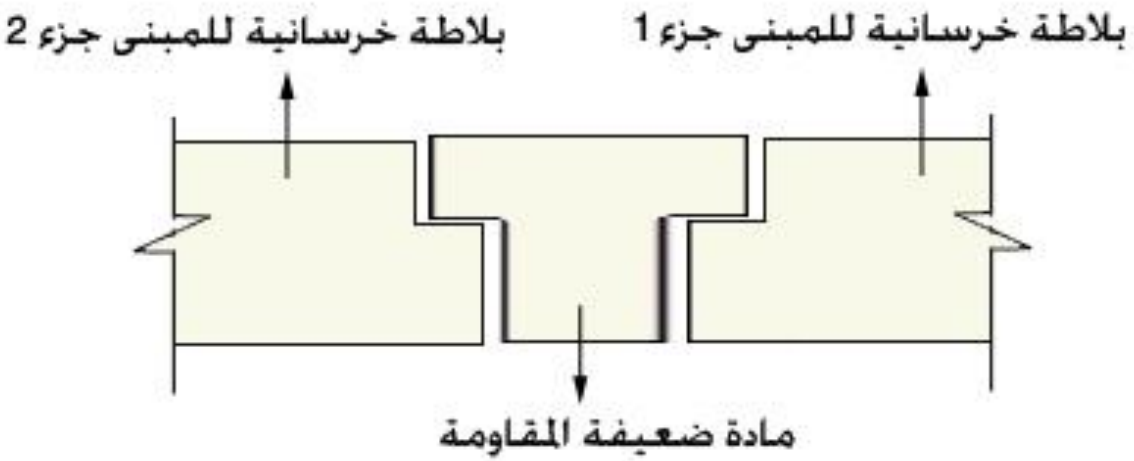


مساقط أفقية





استخدام الفواصل الزلزالية لتحقيق التماثل واالمباني (المؤلف)



ج) كيفية تأمين الاستمرارية بين الجزء الأول والثاني

استخدام الفواصل الزلزالية لمعالجة المشاكل الإنشائية التي قد تحدث بسبب التراجع

البناء فوق مبانٍ قائمة قديمة
Construction Over Existing Old Buildings

أ– ثلاث أنظمة إنشائية فوق بعضها البعض

Quality and Workmanship

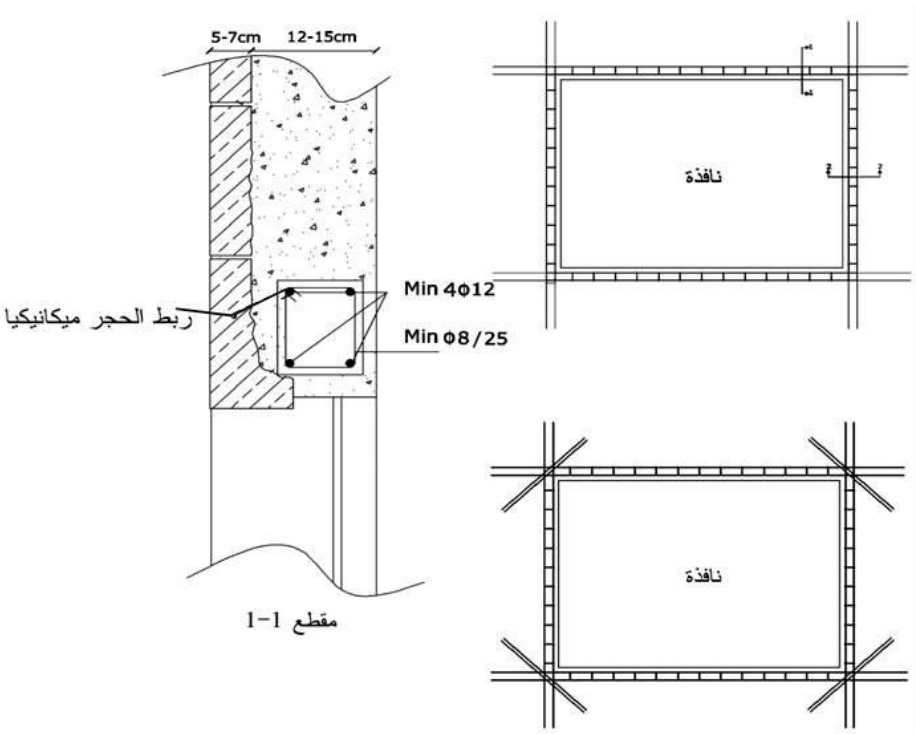
النوعية (المواد والتنفيذ)

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

ECHO/SUB/2014/694399 - SASPARM 2.0 Support Action for strengthening PAlestine capabilities for seismic Risk Mitigation
Project co-funded by ECHO - Humanitarian Aid and Civil Protection

توزيع الفتحات في الجدران
Distribution of Openings in the Walls

المناطق الحرجة (مناطق ظهور التشققات) في الجدران الحاملة غير المسلحة.


5-7cm
12-15cm
ربط الحجر ميكانيكيا
Min 4Φ12
Min Φ8/25
نافذة
نافذة
مقطع 1-1
4Φ12
Min Φ8/25
12-15cm
5-7cm
مقطع 2-2

تسليح فتحات النوافذ والأبواب (المؤلف)

End Part Two