

L'architecture de la grande échelle  
Programme interdisciplinaire de recherche  
Séminaire de coordination scientifique  
Session 4 - 2009-2011 - 03 juin 2010

DIPARTIMENTO DI CARATTERI  
DELL'ARCHITETTURA VALUTAZIONE  
E AMBIENTE CAVEA



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Un territoire durable et un habitat de qualité à consommation zéro dans les zones à risque sismique

## Responsable scientifique :

- **Nicoletta Trasi**, architecte, maître de conférence à la 'Sapienza Università di Roma'- Prima Facoltà d'Architettura "L. Quaroni", membre du Département CAVEA, et chercheur associé au LACA (Laboratoire d'Architecture e Controllo Ambientale).

## Organisme de rattachement :

Département CAVEA (Caratteri dell'Architettura, Valutazione E Ambiente)- 'Sapienza Università di Roma'- Prima Facoltà d'Architettura "L. Quaroni"

## Responsable institutionnel de l'équipe :

- **Luciano De Licio**, architecte, directeur du CAVEA et Professeur à la 'Sapienza Università di Roma'- Prima Facoltà d'Architettura "L. Quaroni"

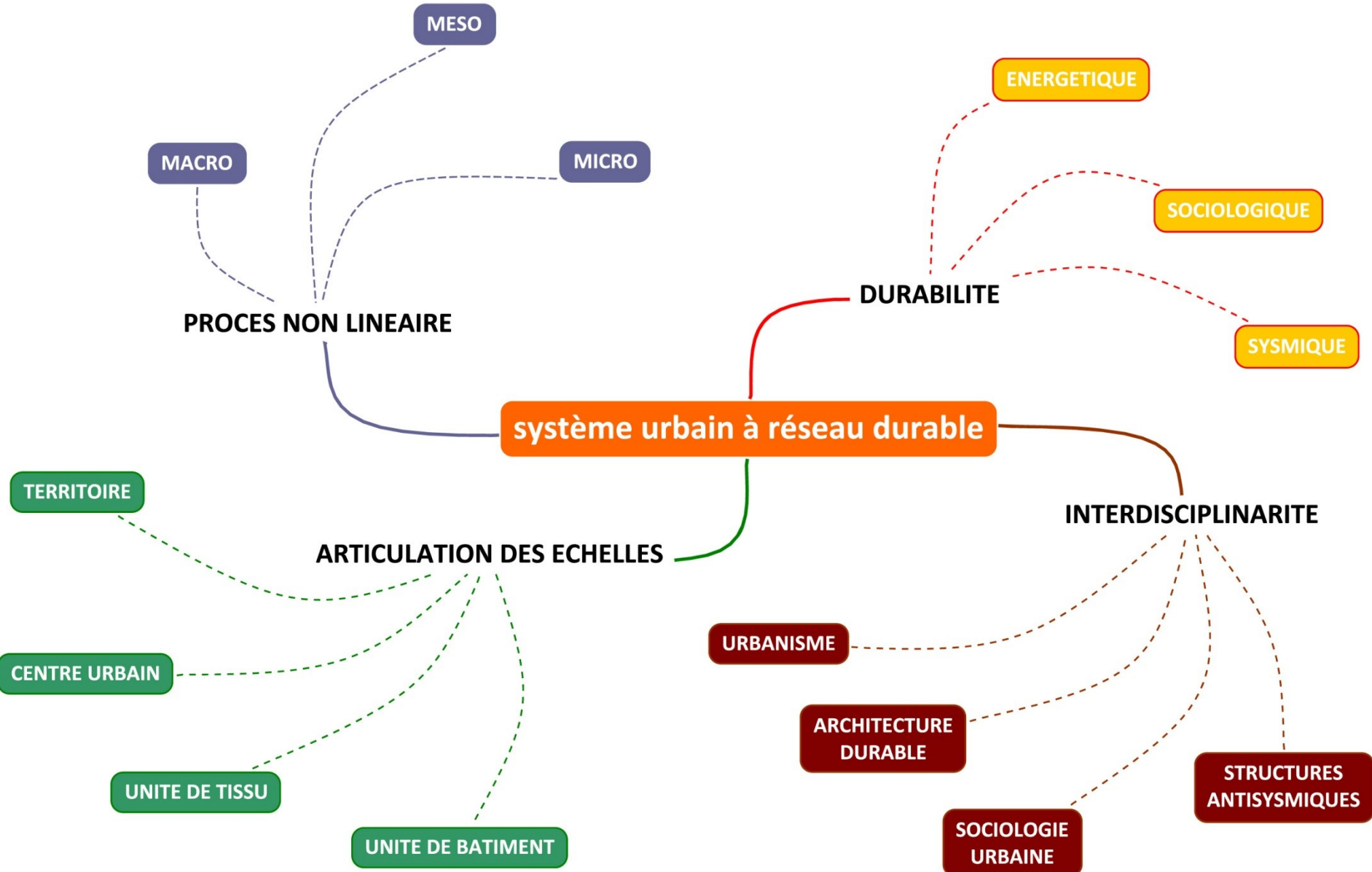
## Membres de l'équipe :

- **Marcello Pazzaglini**, architecte, Directeur du LACA, Professeur à la Sapienza Università di Roma'- Prima Facoltà d'Architettura "L. Quaroni"
- **Rosario Pavia**, architecte, Professeur d'urbanisme chez la Faculté d'Architecture de Pescara, Université de Chieti « G.D'Annunzio»
- **Valter Fabietti**, architecte, Professeur d'urbanisme chez la Faculté d'Architecture de Pescara, Université de Chieti « G.D'Annunzio»
- **Christiano Lepratti**, architecte, enseignant de Technologie d'architecture à la Technische Universität de Darmstadt
- **Gianfrancesco Costantini**, sociologue et expert en Sociologie Urbaine
- **Fabrizio Mollaioli**, ingénieur, professeur à la 'Sapienza Università di Roma'- Prima Facoltà d'Architettura "L. Quaroni", expert en architecture anti sismique

## Partenariat :

- **Guendalina Salimei**, architecte, membre fondateur de l'agence d'architecture et urbanisme Tstudio (structure professionnelle privé)





# Rapport intermédiaire de la recherche à la date de 11 mai 2010

## WORK IN PROGRESS

**Responsable scientifique : Nicoletta Trasi**

**Le groupe de travail a été partagé en trois équipes, chacune travaillant sur une échelle :**

**Coordination générale: Nicoletta Trasi**

### **MACRO:**

**Marcello Pazzaglini, Luciano De Licio**

**Collaborateurs : Fabrizio Zonetti e Leonardo La Vitola**

**Rosario Pavia**

**Collaborateur: Raffaella Massacesi, Valentina Carpitella**

### **MESO:**

**Valter Fabietti**

**Collaborateur: Irene Cremonini**

### **MICRO:**

**Guendalina Salimei, Christiano Lepratti**

**Collaborateur: Mario Ferrari, Alessandra Deberardis**

**Les aspects de la durabilité sociologique: Gianfrancesco Costantini**

**Les aspects de la durabilité sismique : Fabrizio Mollaioli**

## MACRO

### L'Aquila, un territoire à reconvertir

Intervenir sur L'Aquila, après le terrible tremblement de terre du 6 avril 2009 n'est pas facile. Et a prévalu, dès maintenant, l'assistance d'urgence ; les interventions à cause de la vitesse et de l'urgence, sont souvent contradictoires, manque une vision d'ensemble, un projet d'avenir. Pour cette raison, nous avons besoin de promouvoir un plan à grande échelle et définir des stratégies, des lignes directrices de conception pour L'Aquila de demain.

Notre proposition pour la ville de L'Aquila demain est un système urbain à réseau et durable. Le modèle est dérivé de deux systèmes:

- Un système urbain polycentrique équilibré (c'est-à-dire avec une répartition équilibrée de centralités urbaines et de services);
- Un système urbain durable en termes d'énergie, de consommation du sol et d'eau, et des émissions.

Le modèle de l'habitat durable se réfère à la vague des *transition towns* (efficacité énergétique, les énergies renouvelables, recyclage des déchets, recyclage de l'eau ... ..).

La durabilité du système urbain durable est réalisé avec un mélange de production d'énergie renouvelable et non. La durabilité de l'espace est obtenue par un système polycentrique et par une mixité fonctionnelle.

L'Aquila, ville en transition, veut progressivement remplacer l'énergie provenant des combustibles fossiles par des énergies renouvelables. Il faudra 10-20-30-50 ans, la chose importante est de commencer.

Choisir cette direction signifie investir dans la recherche, la technologie, la fabrication, la distribution, dans les comportements sociaux.

Le modèle urbain polycentrique se réfère à la structure du territoire de L'Aquila, à sa croissance tendancielle et aux effets de la reconstruction.

Il est possible identifiée à L'Aquila, trois stades de développement:

- Un système multicentrique polarisé (avant le séisme);
- Une décentralisation résidentiel sans centralité (post séisme);
- Un système polycentrique équilibré (modèle de développement pour l'avenir).

# Le système multicentrique polarisé

L' Aquila, comme capitale de la province a une structure urbaine et de population historiquement décentralisée: 67 fractions (d'aujourd'hui unis dans 35 villages), 15 centres urbains, 726 maisons éparses (données 2001). La population résidant dans le centre urbain de 43.575 habitants, alors celle déployée dans les différentes villes périphériques et des maisons dispersées est égal à 25 928 (soit 36,7 de la population totale).

Un autre fait significatif est que tandis que la population dans la capitale a diminué entre 1991 et 2001, la population générale et plus particulièrement celle de certaines fractions augmenté de manière significative (dans le cas de la Cese, Colle di Preturo, Coppito, Sassa). L'augmentation de la population totale (66 813 habitants en 1991, 68.503 en 2001, 72.988 en 2009) a été distribué en dehors du centre urbain de L'Aquila, pour différentes raisons: les coûts des logements, des nouveaux comportements dans la façon de habiter, l'immigration ....

Le phénomène est encore plus significatif étant donné que certaines municipalités qui gravitent sur L'Aquila dans cette période ont eu une légère augmentation de la population.

Malgré la décentralisation de la population, le centre urbain de la ville, a conservé son rôle central non seulement symbolique, lié à la qualité du patrimoine architectural et ses espaces publics, mais aussi fonctionnelle grâce à la concentration élevée, dans sa zone central, des fonctions administratives, culturelles, gestionnaires, commerciales, résidentielles (dans le centre sont concentrés les logements loués aux étudiants universitaires hors siège, environ le 32% des 23.000 inscrits en 2008).

Seulement certaines fonctions 'supérieures' telles que l'Hôpital, les Casernes, l'Université, certaines Centres de Recherche (tels que le Laboratoire de Physique du Gran Sasso) et certaines Centres Commerciaux sont situés à l'extérieur du centre-ville.

Jusqu'au tremblement de terre, le décentrement de la population n'avait pas, en tous cas, modifié la structure de l'habitat du territoire de L'Aquila, qui pouvait être appelée multicentrique, mais polarisée sur L'Aquila.

Le territoire de L'Aquila a été analysé (**voir planche 1**) comme un système de réseaux: à partir des réseaux urbaines jusqu'aux réseaux environnementaux (le relief du cratère, le système hydro géographiques, les parcs et les cultures agricoles, la structure géologique et sismique, le centrales électriques présentes dans la province, la répartition des carrières et décharges ...) jusqu'aux réseaux de la production (les zones industrielles) et les réseaux des infrastructures (autoroutes, routes nationales, chemins de fer, etc.) ..

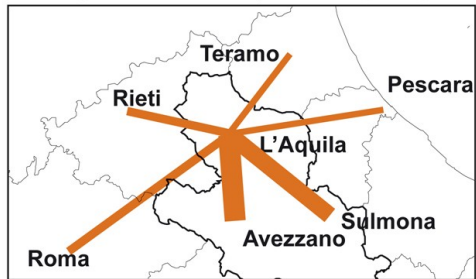
# Planche 1

## Le territoire de L'Aquila comme un système de réseaux

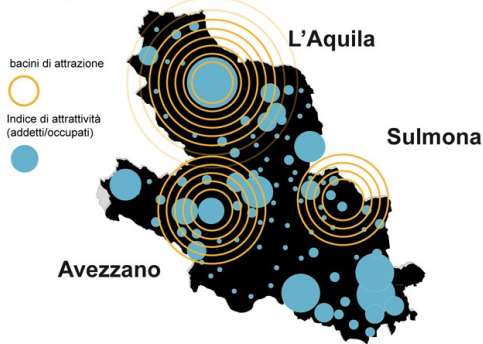
### Connexions principales



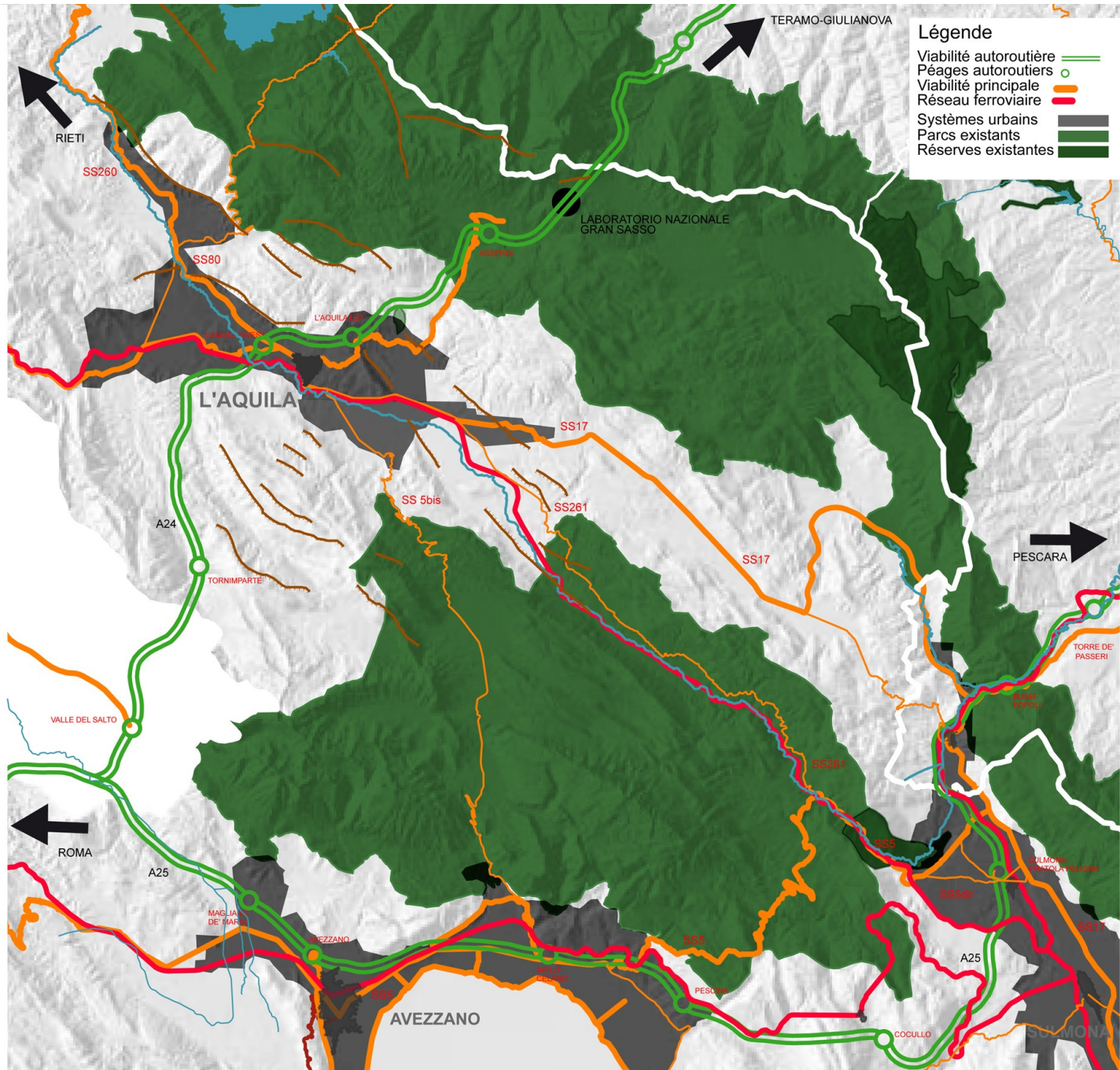
### Flux légers de véhicules (directions principales)



### Principaux bassins de attraction



### Laboratoires internationaux



Le territoire de l'Aquila, d'un côté, est polarisé sur L'Aquila (qui maintient un taux d'intérêt élevé), de l'autre côté, il est caractérisé par de fortes corrélations (voyages de travail et d'étude) avec Rome, Pescara, Rieti, Teramo, Avezzano. Les fortes corrélations avec les municipalités voisines et les systèmes urbains Tyrrhénien (Rome) et de l'Adriatique (Pescara Teramo, Giulianova) amènent à identifier, dès maintenant, le thème de l'avenir de L'Aquila, une vision stratégique qui va dans le sens d'une structure métropolitaine à réseau étendue vers une pluralité de communes et ouverte à la directrice Tyrrhénienne.

### **La reconstruction post-séisme. Une décentralisation résidentielle sans centralité**

Le tremblement de terre du 6 avril a dévasté le territoire de L'Aquila (308 morts, 70.000 déplacés, 23 000 bâtiments inhabitables, la vieille ville avec ses monuments sérieusement endommagés ...). La reconstruction a favorisé une forte décentralisation de la population, à commencer par la construction, dans 19 emplacements, de 185 plaques sismiques avec 4575 appartements pour environ 15.000 habitants (projet C.A.S.E. Complessi Antisismici, Sostenibili, Ecocompatibili). Aux habitations du projet CASE a été ajouté le projet M.A.P. (Moduli abitativi provvisori). Le programme prévoit 3535 interventions qui peuvent accueillir environ 8.500 personnes.

Avec la reconstruction, la structure décentralisée de L'Aquila est fortement augmentée, en perturbant les équilibres pré-existants au tremblement de terre (à Cese di Preturo les nouveaux habitants sont 1600 contre les 306 pré-tremblement de terre ; à S. Antonio 880 contre 40, à Bazzano 1680 contre 493...).

La décentralisation est seulement résidentiel, en effet sont prévus aires des services et des M.U.S.P. (Moduli ad uso scolastico provvisori) et des M.E.P. (Moduli ecclesiastici provvisori), mais au moment, lorsque la structure est décentralisée, et sans services, sans espaces publics et de agrégation sociale.

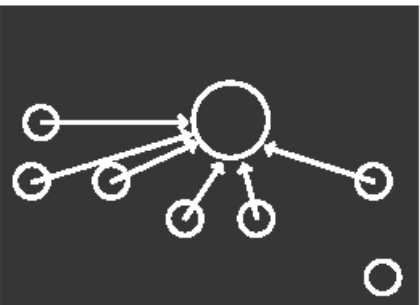
D'autre part, le centre urbain de L'Aquila est abandonné, vidé (le 73% des bâtiments sont inutilisables, les débris produits par le tremblement de terre n'ont toujours pas été retirés).

Si nous voulions avoir une idée de l'état de choses à l'état actuel, nous devrions regarder le territoire de L'Aquila, dans la nuit de la montagne du Gran Sasso et alors nous pourrions voir le centre historique et la ville consolidée éteints, tandis que aux alentours, il y a plus de lumière dans les villages et les municipalités du cratère (**voir planches 2°-2B-2C**).

Une autre image qui donne un sens dramatique de la disparition du centre urbain, est la vitalité du centre commercial Le Aquilane, devenu le véritable centre social et de collecte du territoire. Prémisse que les centres commerciaux, *non-lieux* par excellence, ont été transformés en nouveaux espaces publics de la ville est un phénomène connu, mais à L'Aquila cet aspect assume une valeur différente : est le signe d'un manque, d'une question qui ne trouve pas sa réponse.

# Planche 2A

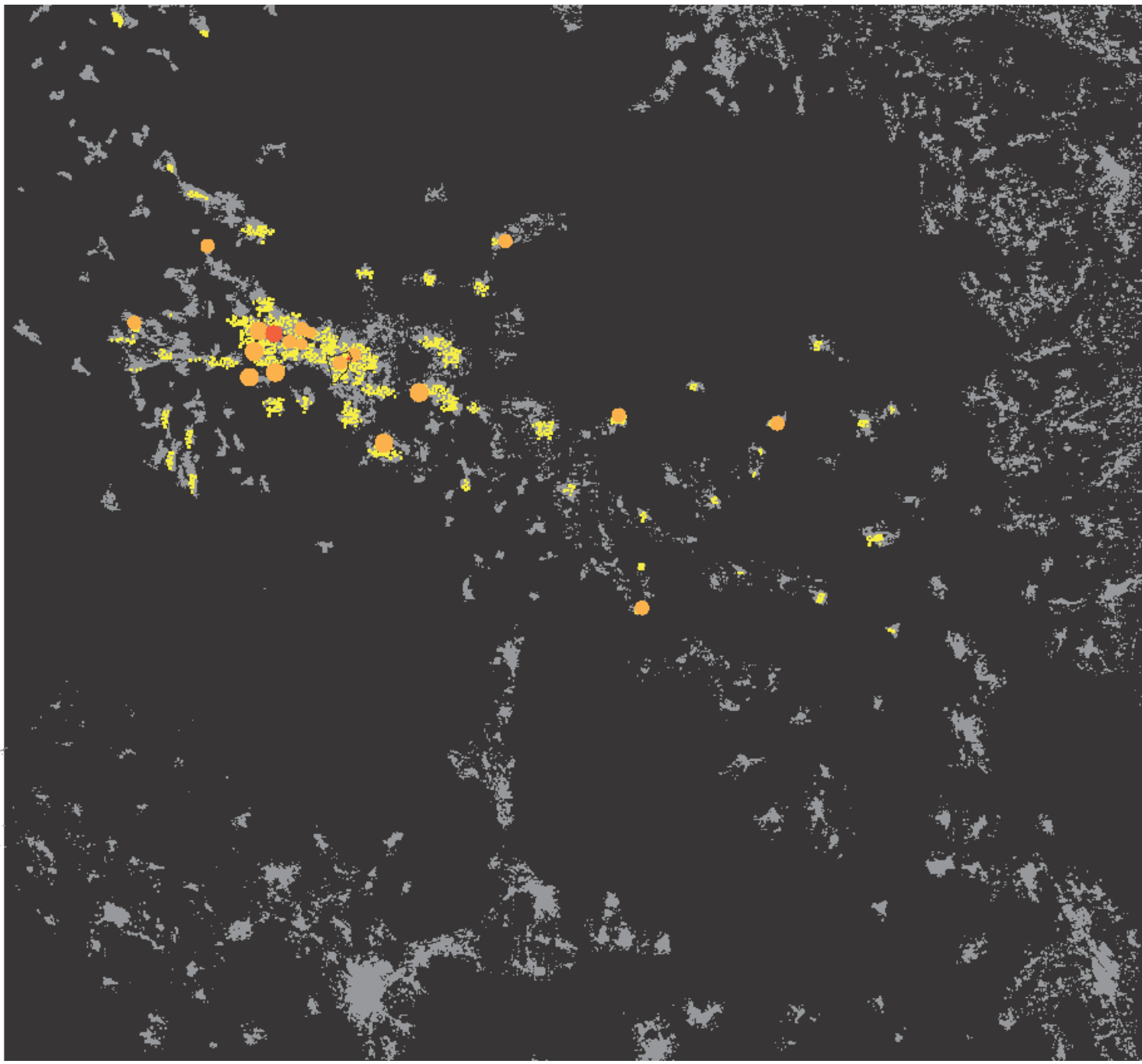
## Système polycentrique polarisé



MODÈLE D'HABITAT AVANT LE TREMBLEMENT DE TERRE

DÉCENTRALISATION RÉSIDENTIELLE

- Université
- Hôpital
- Casernes
- Administration
- Institutions







# PLANCHE 2B


## Les dommages provoqués par le séisme du 2009


Le 6 avril du 2009 un terrible tremblement de terre a devasté le territoire de L'Aquila avec 352 morts, plus de 70.000 évacués.

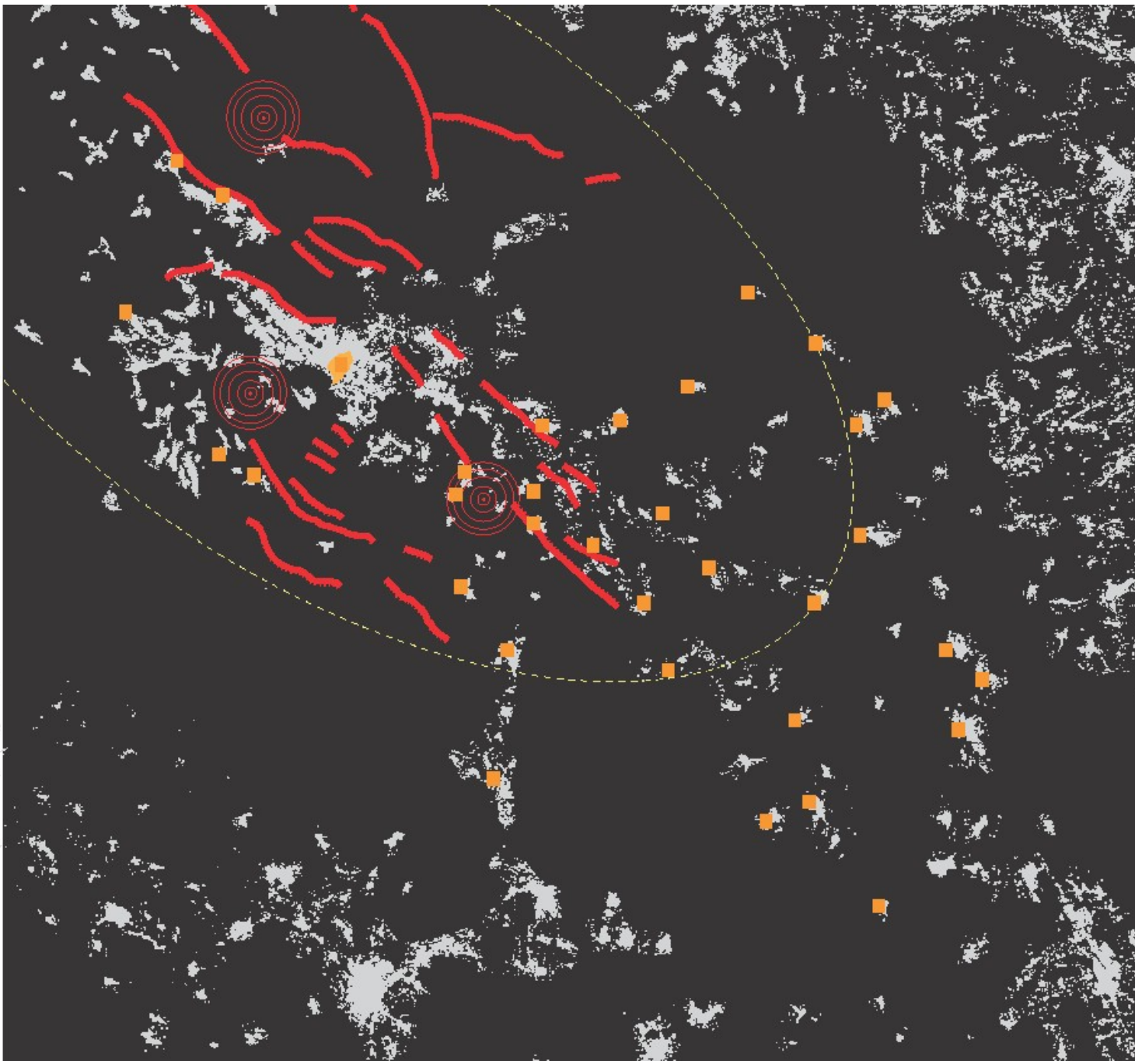


Faille 

Aire de l'essaim sismique 

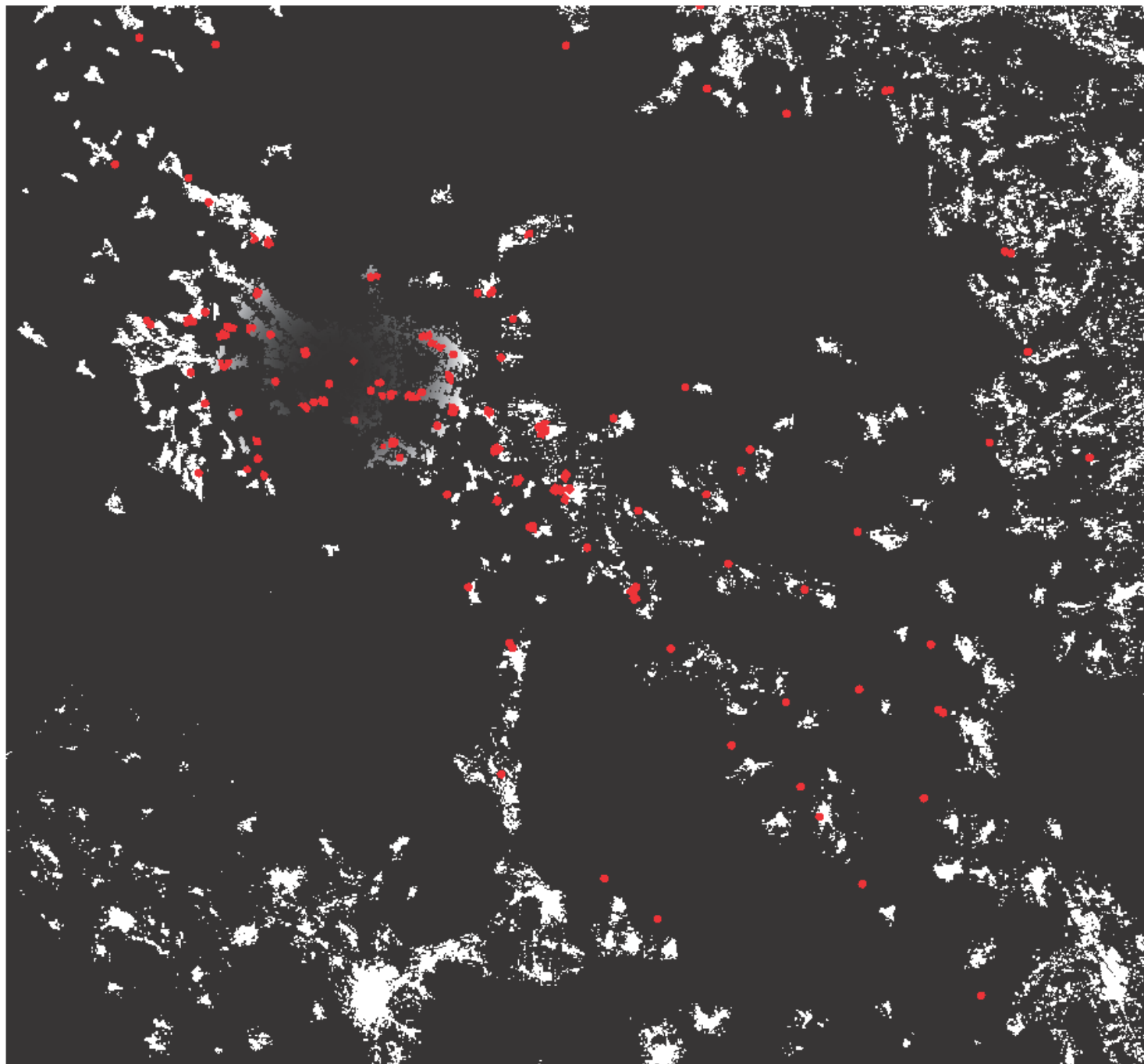
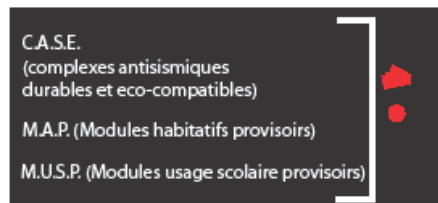
Epicentres 

Centres urbains endommagés 



## Planche 2 C Décentralisation sans centralité

Si nous voulions avoir une idée de l'état de choses à l'état actuel, nous devrions regarder le territoire de L'Aquila, dans la nuit de la montagne du Gran Sasso et alors nous pourrions voir le centre historique et la ville consolidée éteints, tandis que aux alentours, il y a plus de lumière dans les villages et les municipalités du cratère



## Vers une vision de l'avenir

Le tremblement de terre a entraîné une structure décentralisée, mais sans centre et sans centralité.

Tandis que avant le tremblement de terre la structure était hiérarchique avec un fort polarisation sur le centre urbain, aujourd'hui nous assistons à un renversement du modèle: le centre urbain c'est vidé, il n'a plus sa fonction de gestion et de l'attraction; à l'extérieur, dans les villages et des municipalités des alentours, la population a augmenté, mais elle n'a pas de services, ni des espaces public ni des pôles de centralité.

Comment passer de cette condition décentralisée, sans centre et sans qualité, à un système urbain équilibré?

Le modèle proposé pour l'avenir est une structure polycentrique, interconnectée avec concentrations de logements à densité moyenne ou faible (habitats intermédiaires), durable du point de vue environnemental et de sécurité sismique (voir planche 3).

**Planche 3**  
**Vers un modèle urbain**  
**polycentrique, interconnecté,**  
**équilibré, durable du point**  
**de vue environnemental**



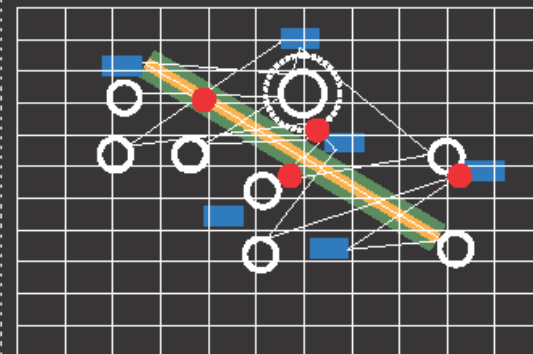
MODÈLE D'HABITAT AVANT LE TREMBLEMENT DE TERRE

DÉCENTRALISATION RÉSIDENTIELLE



MODÈLE MISE EN OEUVRE PAR LA RÉCONSTRUCTION

DÉCENTRALISATION SANS CENTRALITÉ



MODÈLE PROPOSÉ PAR LA RECHERCHE

DÉCENTRALISATION AVEC UNE DISTRIBUTION DE NOUVELLES CENTRALITÉS

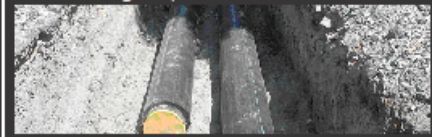
Micro éolienne,  
 Solaire thermique  
 (distribution généralisée  
 dans les centres habités)



Photovoltaïque (zone industrielles)

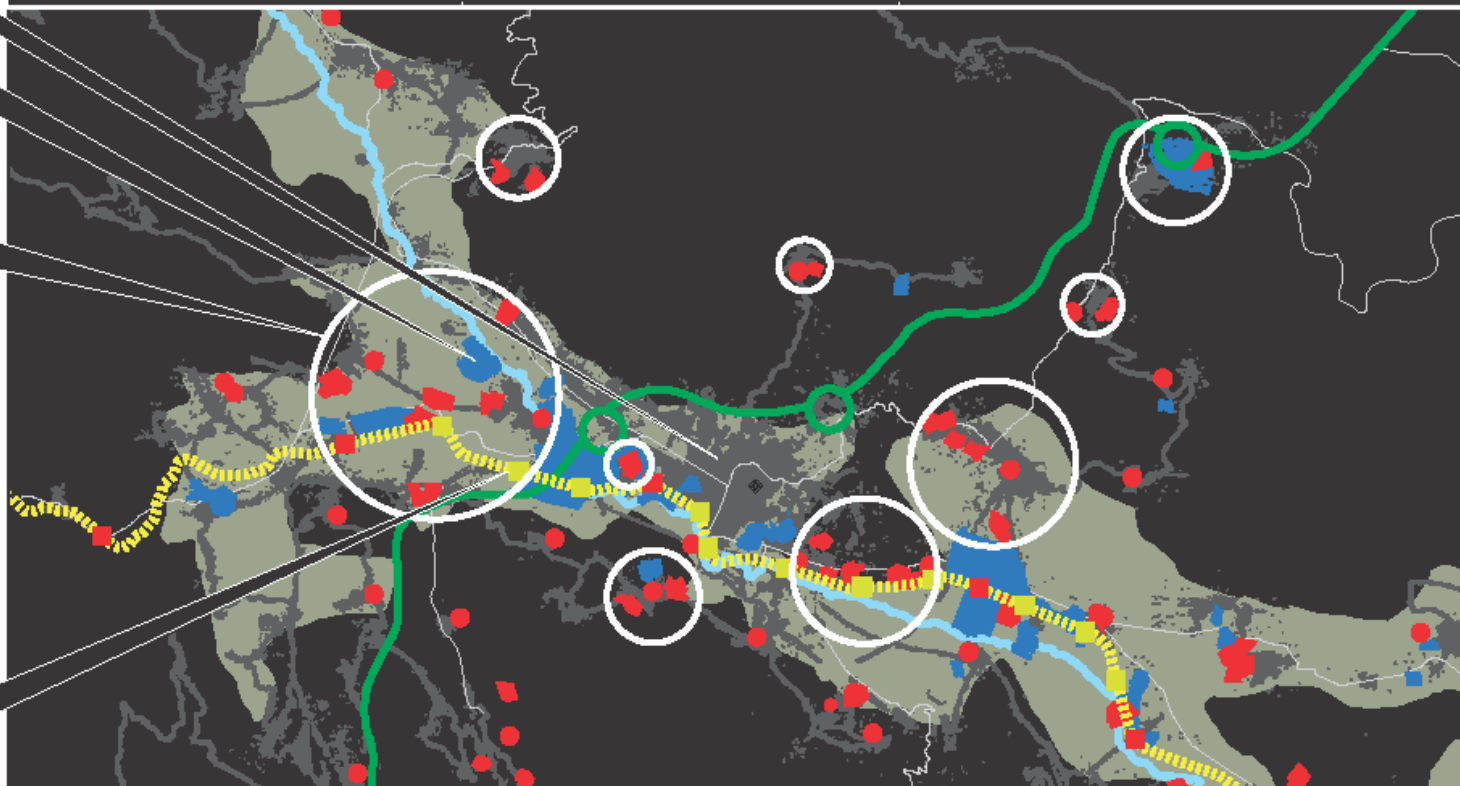
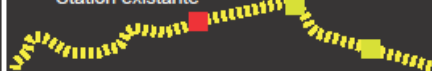


Tele-chauffage  
 Cluster (CASE – MAP)  
 Exemples.: COPPITO, CESE, SASSA,  
 PAGLIARE  
 habitants: 4690/1675  
 Tele-chauffage : 5,5 MWc /9.8 MWt



Ligne Métro

Station existante    Nouvel arrêt



Le modèle polycentrique est basé, d'une part sur la récupération et la valorisation du centre historique et la ville consolidée de L'Aquila (qui devra conserver son rôle de représentant et de la gestion du système), d'autre part, sur un réseau de distribution à réseau des centres mineurs doués de services et de centralités secondaires. Le modèle se réfère évidemment à une structure à réseau avec un nœud principal (le centre urbain de L'Aquila) et un ensemble de nœuds mineurs qui sont les petits villages et les municipalités de la région intérieure. Chaque nœud, à commencer du centre urbain de L'Aquila, aura, pour la sécurité sismique, les dispositifs prévus par les S.U.M. (Structures Urbaines Minimales) (voir la contribution de Valter Fabietti et l'application sur Poggio Picenze).

Pour réaliser la structure à réseau, il faut un système de communication fortement interconnecté. Le modèle polycentrique vise à atteindre une mobilité efficace des biens et des personnes. L'accessibilité devient l'une des caractéristiques principales de la ville durable: le réseau de chemin de fer, réseaux routiers, de transports publics efficaces, mais aussi réseaux de promenades piétonnières et de pistes cyclables. Le territoire durable est accessible, perméable et à basse consommation d'énergie (chemins de fer, voitures électriques).

Un autre objectif est l'expansion des sources d'énergie renouvelables. En fait, la production d'électricité d'origine renouvelable dans la province de L'Aquila (énergie éolienne et hydroélectrique) est déjà en mesure de répondre aux besoins énergétiques du territoire de L'Aquila (en fait nous avons une production de 401 GW/h par an contre une consommation de 350 GW/h par an).

La production de flux d'énergie renouvelables rentre dans le réseau national pour le quel on est estimé, à l'heure actuelle, que les sources d'énergie renouvelables ne représentent que 20% de la consommation finale des besoins en énergie. En définissant une vision de l'avenir du territoire Aquila en 2030 il a été supposé, à cette date, de récupérer la population pré-tremblement de terre (environ 73.000 habitants, avec une croissance moyenne annuelle de 2%) et de promouvoir une plus grande contribution des énergies renouvelables, pour le porter à 40% qui est une production de 30 ktep impliquant une réduction de 20% de la consommation d'hydrocarbures et de 30% du gaz domestique. Cette transition du territoire de L'Aquila vers un système énergétique plus durable est liée à certaines stratégies opérationnelles :

Nous énumérons les principaux:

- Chauffage (notamment destiné à répondre à la demande thermique des résidents du projet CASE, regroupées en cluster);
- Remplacement des chaudières obsolètes (principalement dans le centre historique);
- Cogénération et biomasse;
- Production d'électricité à partir de biogaz
- Production d'électricité à partir de combustibles de déchets (COR ): installations situés dans les zones industrielles;
- Solaire thermique (dans les bâtiments publics et privés);
- Photovoltaïque (dans les zones industrielles et sur les couvertures des hangars);
- Micro éolienne (distribution généralisée dans les centres habités)
- Micro-hydroélectricité (le long du fleuve Aterno).

Les réalisations de ce scénario *clean energy* entraînerait un investissement total environ de 400 M €. C'est un chiffre significative, supérieure à la facture énergétique du territoire de L'Aquila, qui en 2008 s'élevait à 220 millions d'euros. Considérant que les projets énumérés ci-dessus sont remboursés dans une dizaine d'années, une fois amorti, ils produiront un *cash flow* annuel d'environ 2 millions d'euros, permettant une réduction d'au moins 20% de la facture énergétique 2030. En outre ce scénario (*clean energy*) conduit à une réduction des émissions de CO2 du 30% par rapport à avant le séisme.

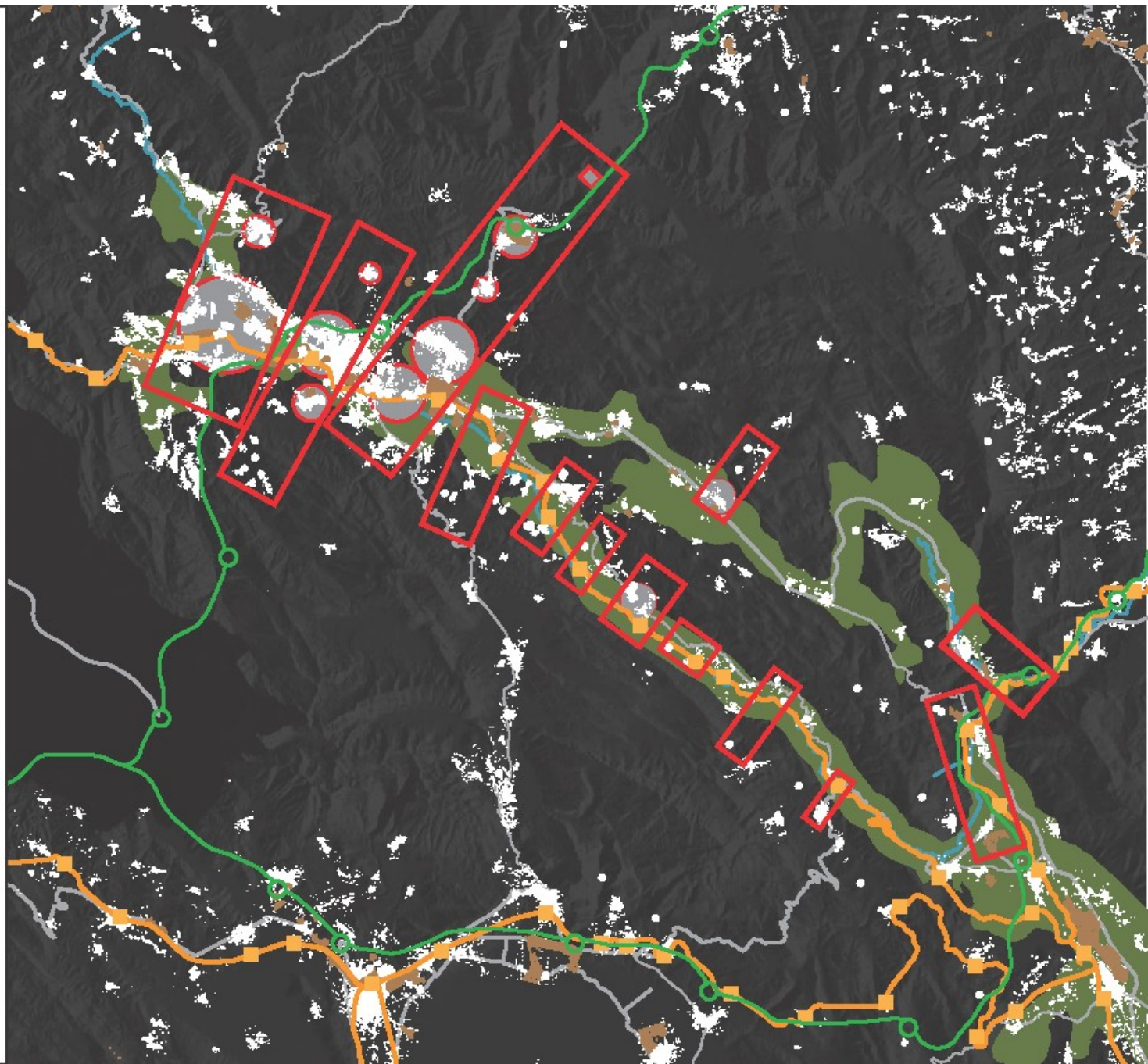
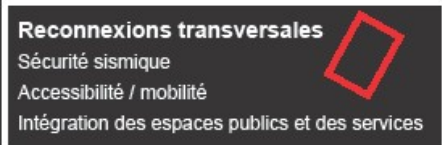
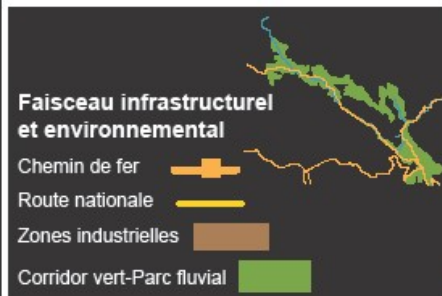
Les investissements dans ce sens doivent être utilisés pour favoriser la formation technique et professionnelle et promouvoir des nouvelles réalités de la production dans le domaine de *green energy*. L'objectif de la durabilité environnementale ne peut pas, cependant, être poursuivi en visant, de manière abstraite, sur la réduction de la consommation d'énergie, le recyclage et la gestion des déchets, la réduction des gaz nocifs (le CO2) ou sur la répartition des espaces verts et de pistes cyclables. Cela doit s'accompagner d'une lecture attentive et d'une interprétation du contexte géographique, urbain, et sociale, résultant d'un projet susceptible de produire des structures qui ne sont pas seulement fonctionnelles mais aussi formelles.

Le modèle se réalise sur une directrice de développement qui est au même temps de l'infrastructure et l'environnement (**voir planche 4**). Pivotant sur l'objectif de moderniser et de revitaliser le chemin de fer Sulmona- L'Aquila-Rieti, qui se développe le long la Vallée de l'Aterno, parallèlement à la route ne 17, le projet propose un ensemble infrastructurel et environnemental composé par chemin de fer, l'autoroute 17, les zones industrielles, et un corridor vert constitué par un parc fluvial.

Le nœud de L'Aquila, mais aussi un certain nombre de villes, comme Cese di Preturo, Poggio Picenze, Fontecchio, seront traversés par cette structure linéaire où seront situés (en sur les interconnexions entre chemins de fer et routes), des centralités territoriales, des centrales photovoltaïques (sur les couvertures des bâtiments industriels), les installations pour la récolte et de recyclage des déchets, les installations de cogénération, mais aussi des installations pour le sport et les loisirs.

Cet ensemble infrastructurel et environnemental est en définitive une dorsale qui croise les réseaux de la mobilité des villes plus petites. La dorsale suit, pour la première partie, le cours Aterno, du chemin de fer et de la SS 17, puis à la hauteur de Poggio Picenze se divise en deux directions: la première suit la route principale 17 et le second suit le chemin de fer et le corridor fluvial jusqu'à sa jonction avec le système Popoli-Sulmona. Cet ensemble infrastructurel et environnemental est responsable de la reconnexion des systèmes urbains au niveau territorial. A l'intérieur de chaque système, la reconnexion des parties urbaines est confiée au réseau, une fois infrastructurel environnementale, une fois des services, de la mobilité, du vert, des espaces publics et des centralités secondaires (voir les exemples sur Cese di Preturo).

## Planche 4 Une directrice de développement infrastructurale et environnementale



# **Marcello Pazzaglini**

**Collaborateurs : Fabrizio Zonetti e Leonardo La Vitola**

## **L'échelle macro. Eléments du paysage durable**

L'objet de l'étude est la vallée de l'Aterno qui reste un paysage d'un intérêt particulier pour la configuration orographique, hydrologique, pour l'utilisation des terres, pour et pour les caractères des centres urbains de petite et moyenne échelle qui sont disséminés.

L'analyse de ces caractères nous permet de définir une stratégie pour remodeler le paysage de la zone considérée.

La reconfiguration du territoire parte de quelques hypothèses pour concevoir l'échelle macro :

- Le paysage est considéré comme un ensemble de systèmes qui se connectent les uns aux autres dans une configuration complexe et intégrée;
- Les systèmes choisis, avec leur organisation, règlent la configuration et la forme dominante du paysage ;
- Les systèmes sont étroitement liés aux sources d'énergie renouvelables ;
- La mise en œuvre des systèmes définit les phases opérationnelles et leur mise en œuvre et peut s'adapter aux besoins qui pourront intervenir dans le temps. Elle suppose une tension dynamique entre les éléments d'équilibre et les éléments de déséquilibre potentiel.

Les principaux systèmes considérés sont :

- Le système des vents dominants et de leurs tendances
- Le système hydrologique
- Le système d'utilisation des sols qui est principalement lié à la production des biomasses.

Les principales destinations prises en compte sont:

- les jardins potagers, les terrains à ensemençées, les forêts, les pâturages ;
- Le système des établissements composés de noyaux urbains de petites et moyennes dimensions ;
- Le système des infrastructures .

L'objectif, dans l'organisation de ces systèmes, est d'assurer un faible impact sur l'environnement et un niveau de haute qualité de vie, en utilisant la durabilité de l'environnement à la macro-échelle:

- équilibre dynamique entre les établissements de petites dimensions et les espaces verts ;
- la diversification variable des zones dans l'usage et dans le temps;
- la protection active des sols et leur utilisation pour les cultures agricoles innovantes;
- la gestion de l'énergie et architecture bioclimatique avec l'utilisation de sources d'énergie renouvelables ;
- le contrôle du climat à l'échelle géographique;
- la réduction de la pollution de l'eau, de l'air, acoustique;
- la collecte et la réutilisation des eaux de pluie ;
- la gestion des déchets et des biomasses.

Les mesures à prendre en considération concernent l'intégration des systèmes passifs et actifs, y compris les solutions bioclimatiques, les installations innovantes, afin de parvenir à une zone géographique qui tend à l'autosuffisance énergétique, sur la base des conditions climatiques et du confort environnemental.



Ces systèmes peuvent être définis comme la base pour une transformation productive - économique - social de tout le territoire.

Cette transformation peut impliquer :

- L'utilisation de cultures agricoles innovantes ;
- La transformation du tissu formé par les usines de production en espaces verts ;
- L'encouragement des formes d'association ;
- L'utilisation de centrales intégrées petites et moyennes pour la production d'énergie intégrée ;
- L'utilisation des couvertures des centres industriels comme l'emplacement principal de PV.

Afin de promouvoir l'intervention publique, privé et des associations, et pour suivre les développements économiques, il faut des structures ou bien de modalités de gestion du processus de transformation ; des structures à temps et à bilan zéro.

Les instruments utilisés pour cette première esquisse de la reconfiguration de la zone sont:

- La définition de l'utilisation des terres de la zone à partir des données du projet CORINE Land Cover-en Italie (CLC 90). Du projet Corine on utilisera le premier et le second niveau.
- Les documents de programmation de la région des Abruzzes qui sont: la carte de l'éolienne, l'accord de programme sur les biomasses, le dossier sur les micro-électricité, le dossier sur les potentialités des énergies renouvelables et le dossier sur les nouvelles technologies à l'hydrogène ;
- Les études sur le réaménagement durable des petites centre urbains.

La configuration hypnotisée se base sur des bandes morphologiques à destination différencié, qui se croisent le long de la vallée de l'Aterno: les petits jardins potagers près de la rivière, les surfacesensemencées situées toujours sur la plaine, la forêt le long des pentes convergentes sur la vallée, et enfin les aires pour le pâturage.

L'entrelacement de ces matériaux formels à la grande échelle, est structuré avec un réseau des noyaux pour la production d'énergie renouvelable et des noyaux urbains.

Des zones boisées et des reliefs artificiels de petite taille (formés par qui les décombres de tremblement de terre), marquent les zones planes des jardins potagers et le cours de la rivière. Les configurations qui sont proposées ont une reconnaissance dans le dessin de la zone, et elles ont leur propre dynamique, car elles peuvent changer au fil du temps et elles ont aussi une fonction bioclimatique dans la régulation du système des vents et hydrographique.

Les planches de l'échelle Macro décrivent le *status quo* et tracent des lignes d'action à propos des réseaux, et des systèmes formels.

**Les 2 planches suivantes** montrent :

- Aires boisées et forestières (biomasses de culture des arbres à croissance rapide, restes forestières et de élagage) ;
  - Aires destinées à semé et agricole (transformation d'égout agricole) ;
  - Aires destinées à jardins potagers (biomasses de culture agricole) ;
  - Compartiments résidentiels de plus de 5000 habitants dans les quels placer de 4 à 8 mini-centrales à biomasses pour la production de énergie électrique à introduire dans le réseau public et pour le télé-chauffage des habitations proches aux centrales ;
  - Compartiments résidentiels de moins de 5000 habitants dans les quels placer de 1 à 3 mini-centrales à biomasses pour la production de énergie électrique à introduire dans le réseau public et pour le télé-chauffage des habitations proches aux centrales ;
- La potentialité de la production de énergie électrique attendue par le hydro-électrique est :

mini-installations : 15-40 MW de puissance /année

grands installations : 0 MW

total : 20000-50000 MWh par année

équivalent du besoins pour 7000-17000 habitants

épargne de CO2 : 3000-8000 t/année

Le plan régional de utilisation des énergies renouvelables approuvé en 2001, prévoit pour les biomasses d'origine forestières telle production:

- Aires à potentiel production à travers mini-centrales placées sur les cours d'eau principales et secondaires ;
- Mini-centrales hydroélectriques (max 3 MW chacune) pour la production de énergie électrique à introduire dans le réseau public.

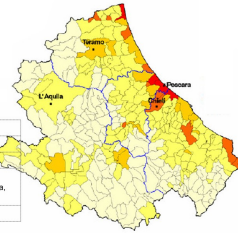


## RÉGION ABRUZZO

### INDICATEURS DÉMOGRAPHIQUES

Population au 31.12.2005	1.305.307
Familles au 21.10.2001	462.066
Personnes pour famille (2002-2003)	2,7
étrangers au 31.12.2004	38.582
Densité de population (habitants/km <sup>2</sup> ) - 2005	121

### Densité de population pour Commune



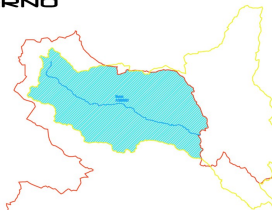
### RENSEIGNEMENTS TERRITORIAUX

Surface	km <sup>2</sup> 10.795,12
communautés Montane	19
zones protégées	km <sup>2</sup> 2.970,31
Provinces	4 (L'Aquila, Pescara, Teramo, Chieti)
Communs	305

### PROVINCE DE L'AQUILA



### VALLÉE DELL'ATERNO

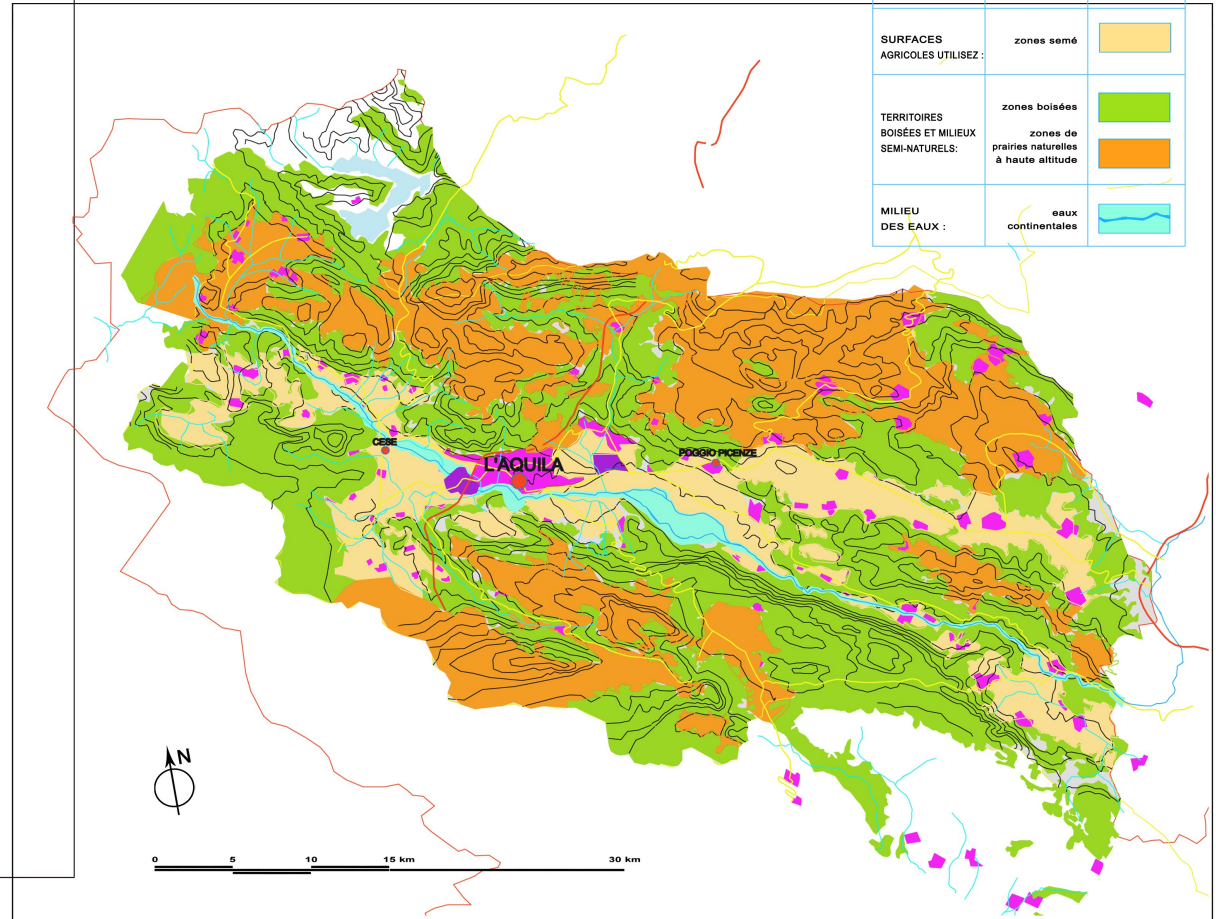


encadrement

# vallée de l'aterno utilisation des sols

### CLASSES D'USAGE DES SOLS

1° NIVEAU	2° NIVEAU	
SURFACES ARTIFICIELLES :	zones résidentielles	
	zones productives	
SURFACES AGRICOLES UTILISEZ :	zones semé	
TERRITOIRES BOISÉES ET MILIEUX SEMI-NATURELS :	zones boisées	
	zones de prairies naturelles à haute altitude	
MILIEU DES EAUX :	eaux continentales	



# biomasses



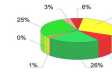
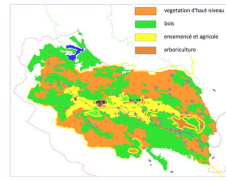
production de énergie électrique attendue par les biomasses:

grands installations: 0 MW  
mini installations: 30-60 MW de puissance

TOTAL: 20.000-40.000 MWh/année  
équivalent du besoins pour 7.000-13.000 habitations

épargne de CO2= 3000-6000 t/année

- Zones boisées et forestières (biomasses de culture des arbres à croissance rapide, restes forestières et de élagage)
- Zones destinées à semé et agricole (transformation d'égout agricole)
- Zones destinées à potagers et jardins (biomasses de culture agricole)
- Compartiments résidentiels de plus de 5000 habitants dans les quels placer de 4 à 8 mini-centrales à biomasses pour la production de énergie électrique à introduire dans le réseau public et pour le télé-chauffage des habitations proches aux centrales.
- Compartiments résidentiels de moins de 5000 habitants dans les quels placer de 1 à 3 mini-centrales à biomasses pour la production de énergie électrique à introduire dans le réseau public et pour le télé-chauffage des habitations proches aux centrales...



Production potentielle d'énergie par biomasse (REGIONE ABRUZZO)

Le plan régional de utilisation des énergies renouvelables approuvé dans le 2001 prévoit pour les biomasses d'origine forestière telle production:

Typologie Potentiel Biomasses

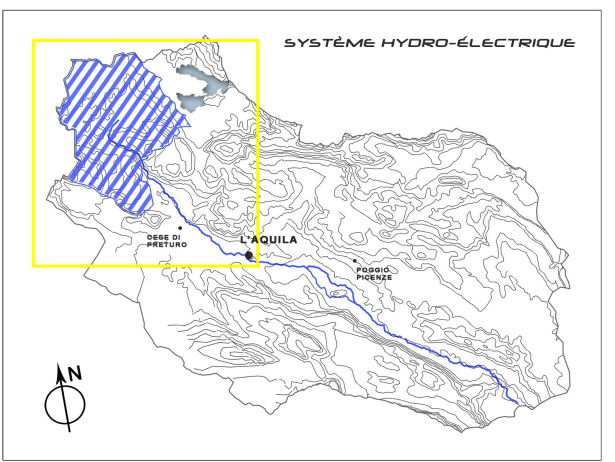
Bios à bruler:	(1) de forêts: 8.870	(2) de forêts: 85.480	94.350 Ttp
Sous-produit forestière:	(1) de forêts: 17.940	(2) de forêts: 21.220	39.160 Ttp
<b>Total (biomasse équivalent pétrole):</b>			<b>133.490 Ttp</b>

	L'Aquila	Teramo	Pescara	Chieti
Comunzioni	290	67	66	188
Area di massima	2.793	2.912	2.793	2.793
Area di minima	290	0	0	0
Area di centrale	1.186	290	310	693
Surface (km²)	6.036	1.148	1.201	2.882
Surface coltiva (ha)	0	194	385	1.139
Surface coltiva	0	474	476	682
Surface irrigata	6.036	790	444	769
Surface < 500 m	394	1.911	951	1.214
Surface 500-1400 m	3.384	640	245	695
Surface > 1400 m	1.258	116	92	151

En relation aux cultures énergétiques, le plan régional souligne les potentialités de territoire régional:

Typologie	Pescara, Sulcis, Gerolamo, Rofano, Casini comune
Produzione energetica	28 Ttp (10 -> massima) x 4 Ttp (10)
Distribuzione	17.250 ha (10% autres terrains de la Regione Abruzzo)

**MINI-CENTRALES À BIOMASSES:**  
avec puissance maximale de 1 MW chacune, diffusées dans le territoire peuvent produire énergie électrique à introduire dans le réseau public et télé-chauffage pour les habitations proches aux centrales.



production de énergie électrique attendue par le hydro-électrique:  
mini-installations : 15-40 MW de puissance /année  
grands installations : 0 MW  
total : 20000-50000 MWh par année  
équivalent du besoins pour 7000-17000 habitations

épargne de CO2 : 3000-8000 t/année

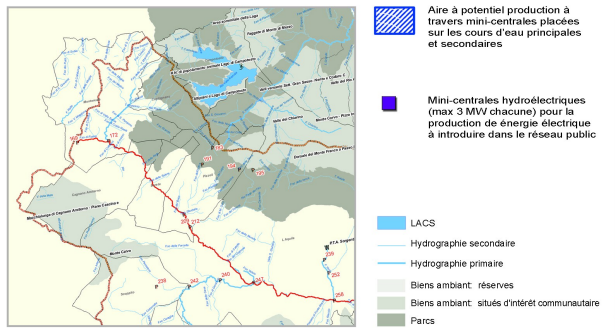
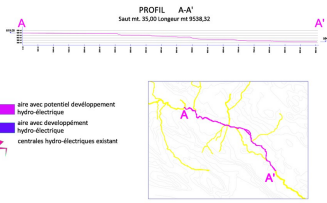
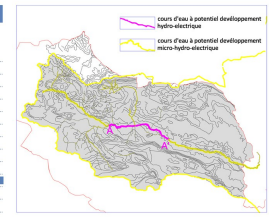


# hydro-électrique

**PRÉCIPITATIONS MOYENNES L'AQUILA**

PAESE	LAT	LOM	ALT	REGIONE	PROVINCIA	ZONA
AQUILA	42°38' N	13°31' E	876 m	Abruzzo	L'Aquila	Corete

MESE	PRÉCIPITATIONS mm
GIUGNETTO	7
LUGLIO	7
AUGUSTO	7
SETTEMBRE	7
OCTOBRE	7
NOVEMBRE	7
DICEMBRE	7
TOT ANNEE	68



## ***La planche sur éolique et solaire*** montre :

- Vents prédominantes direction N-NW ;
- Accélération des vents pour effet de la canalisation due aux barrières naturelles ;
- Aires du fond de la vallée et proches du fleuve, appropriées à l'installation du mini-éolique pour la production de énergie électrique à introduire dans le réseau public ;
- Aires boisées et forestières qui peuvent influencer la direction et la vitesse des vents au sol ;
- Aires exposées à forte ventilation et à haut potentiel de productivité ;
- Aires pour les installations éoliques pour la production de énergie électrique à introduire dans le réseau public ;
- Variations du vent en fonction de la végétation au sol et de sa densité.

### ***- Production d'énergie électrique attendue du solaire :***

Grands installations : 5-15 MW de puissance

Mini et micro éolique : 2-6 MW de puissance

Equivalent aux besoins de 3000-12000 habitations

Epargne de Co 2 =1500-4000 t/année

### ***-Mini –éolique :***

L'hypothèse c'est de utiliser les turbines type *Quiet révolution* qui peuvent produire énergie électrique aussi quand la vitesse du vent n'est pas trop élevée (3-4 m/sec).

La caractéristique esthétique leur permet d'être aussi éléments pour la qualité du paysage urbain.

### ***- Parcs éoliques:***

Dans une deuxième phase on fera des études plus détaillés sur la faisabilité et le dimensionnement des grands installations éoliques.

### ***Production d'énergie électrique attendue avec les installations éoliques:***

Grands installations (parcs-éoliques): 10-30 MW de puissance

Installations mini-éoliques : 5-15 MW de puissance

Equivalent au besoins de 5000-20000 habitations

épargne de CO2 : 2000-9000 t/année

Aire entre Barisciano, Poggio Picenze et Navelli, idéal pour la mise en place de un parc-photovoltaïque de grands dimensions pour la production de énergie électrique à introduire dans le réseau public.

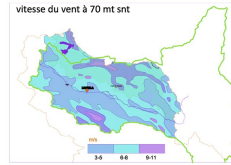
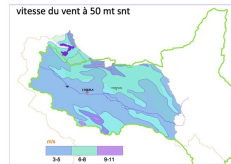
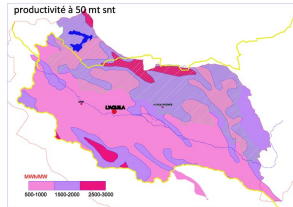
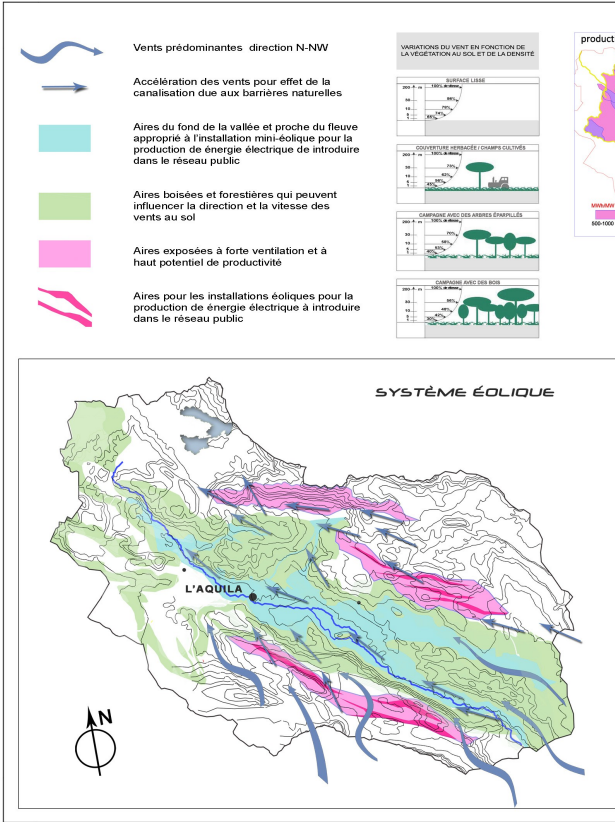
***-Mini-photovoltaïque*** à placer sur les toitures publics, industrielles et commerciales, de grands dimensions pour la production de énergie à introduire dans le réseau.

Aire industrielle de Bazzano ;

Aire commerciale et industrielle de Pile ;

Aire hospitalière San Salvatore ;

Aire Scuola Sottufficiali Guardia di Finanza.



**VENTS PRÉDOMINANTES L'AQUILA**

PAÏSE	LAT	LONG	ALT	REGIONE	PROVINCIA	ZONA
ITALIA	42.38° N	13.31° E	674 m	Abruzzo	L'Aquila	Centro

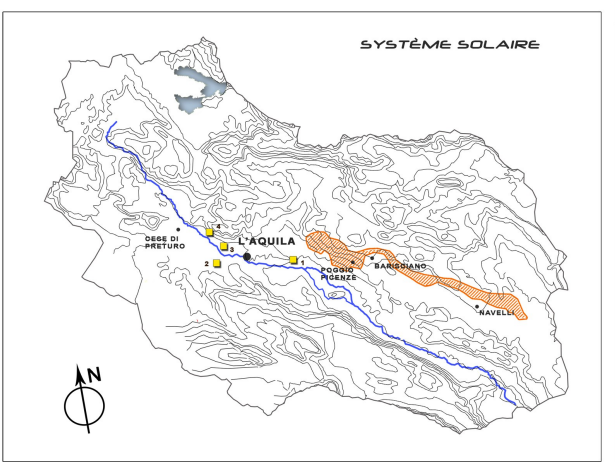
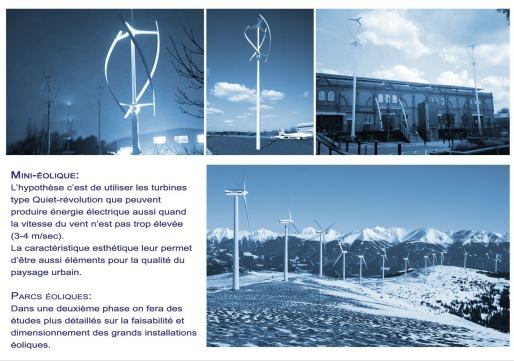
MESE	DIREZIONE	VITESSE MOYENNE
JANVIER	N-NW	2,4 km/h
FÉVRIER	N-NW	3,1 km/h
MARS	N-NW	4,1 km/h
AVRIL	N-NW	3,5 km/h
MAI	N-NW	3,9 km/h
JUN	N-NW	3,9 km/h
JUILLET	NW	4,2 km/h
AOÛT	N-NW	4,0 km/h
SEPTEMBRE	N-NW	2,7 km/h
OCTOBRE	NW	2,3 km/h
NOVEMBRE	N-NW	2,2 km/h
DÉCEMBRE	N-NW	2,3 km/h

# éolique



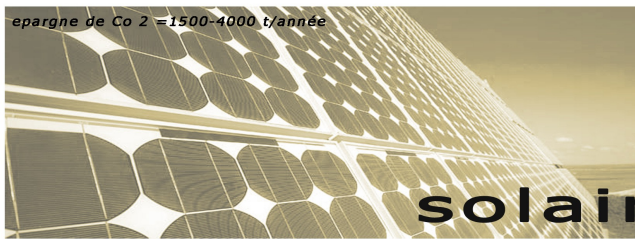
production d'énergie électrique attendue par l'éolique :

grands installations (parcs-éoliques) : 10-30 MW de puissance  
 installations mini-éoliques : 5-15 MW de puissance  
 équivalent au besoins de 5000-20000 habitations  
 épargne de CO<sub>2</sub> : 2000-9000 t/année



production d'énergie électrique attendue du solaire :

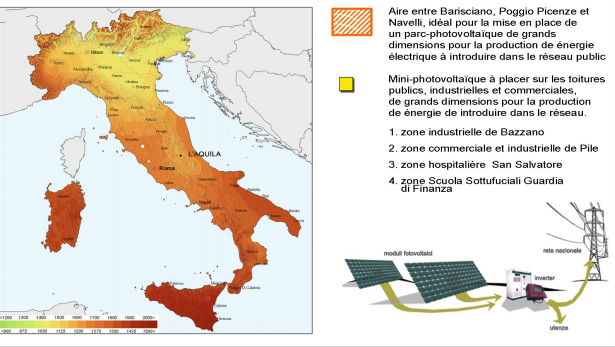
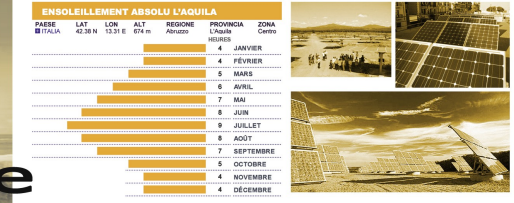
grands installations : 5-15 MW de puissance  
 mini et micro éolique : 2-6 MW de puissance  
 équivalent au besoins de 3000-12000 habitations



# solaire

**MOYEN INCIDENCE DU SOLEIL A' L'AQUILA ET PROVINCE**

	Radiation moyenne mensuelle journalière (MJ/m <sup>2</sup> )												Valeurs moyennes annuelles	
	Jan	Feb	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	MJ/m <sup>2</sup>	kwh/m <sup>2</sup>
L'Aquila	6,2	8,6	13,6	17,3	21,2	23,0	22,9	19,9	15,2	11,6	7,0	5,4	5249	1458
Avezzano	6,4	8,8	13,8	17,3	21,3	23,0	22,9	20,0	15,3	11,1	7,2	5,5	5286	1468
Capistrello	6,4	8,9	13,7	17,3	21,3	23,1	23,0	20,1	15,4	11,1	7,3	5,5	5299	1472
Carpoli	6,5	8,9	13,9	17,3	21,3	23,0	23,1	20,1	15,4	11,1	7,3	5,5	5307	1474
Castel di Sangro	6,3	8,9	13,8	17,7	21,4	23,3	23,0	20,1	15,5	11,1	7,2	5,6	5330	1481
Celano	6,3	8,7	13,8	17,3	21,2	23,0	22,9	19,9	15,3	11,1	7,1	5,5	5273	1465
Pratola Peligna	6,2	8,7	13,8	17,6	21,3	23,2	22,9	20,0	15,4	11,0	7,1	5,5	5288	1469
Sulmona	6,2	8,7	13,8	17,6	21,3	23,2	22,9	20,0	15,4	11,0	7,1	5,5	5292	1470
Tagliacozzo	6,4	8,9	13,7	17,3	21,3	23,0	23,0	20,0	15,3	11,1	7,3	5,5	5292	1470
Trasacco	6,4	8,8	13,6	17,3	21,3	23,0	22,9	20,0	15,4	11,1	7,2	5,5	5289	1469



## ***La planche du masterplan*** montre :

- Mini-centrales pour la production d'énergie hydroélectrique mise en vente dans le réseau. Dans une deuxième phase on fera l'étude de la faisabilité de cet système, le dimensionnement des mini-centrales et la stratégie pour revitaliser les cours d'eau.
- Aires boisés existantes et nouvelles, appropriées à la production de biomasse récoltes périodiquement et transportés à la mini-centrale de zone pour produire énergie électrique introduite dans le réseau public et utilisée pour le télé-chauffage des habitations proches aux centrales.
- Jardins potagers et aires agricoles appropriées à la production de biomasse du rebut du récolte, destinées à les mini-centrales de zone pour produire énergie électrique introduite dans le réseau public et utilisée pour le télé-chauffage des habitations proches aux centrales.
- Aires destinées au semé et au agricole pour la production de biomasse de eaux d'égout zootechniques, introduite dans le réseau public et pour le télé-chauffage des habitations proches aux centrales.
- Turbines mini-éolique pour la production d' énergie électrique introduite dans le réseau public national. Les turbines (model Quiet révolution) seront placés à coté des fleuves et intégrées avec les jardins et dans les espaces publics, urbains et suburbains avec une bonne ventilation naturel ou bien induite.
- Aires avec altitude supérieur à 900-1000 mètres bien aérées, appropriées à la mise en place de installations éoliques de grands dimensions pour produire grosses quantité de énergie électrique introduite dans le réseau public. Dans une deuxième phase on fera l'étude de la faisabilité de la mise en place et du dimensionnement des installations.
- Aires pour l'installations photovoltaïque pour la production de énergie électrique à introduire dans le réseau public. Les petits installations seront placées dans les parkings, et sur les toitures des bâtiments publics et industriels.
- Aire avec caractéristiques naturelles d' exposition solaire appropriée à la réalisation de un parc-photovoltaïque.
- Mini-centrales à biomasses pour la production de énergie électrique à introduire dans le réseau public et pour le télé-chauffage. Selon le nombre des habitations comprises dans le domaine, on prévoit de 5 à 8 centrales.

Cette phase de l'étude a porté sur la définition des critères des lignes directrices pour la planification de l'environnement durable des petits centres urbains.

# masterplan

zones boisées et forestières



zones pour semé



zones destinées aux potagers et jardins



zones de production de l'hydro-électrique



centrales mini-hydroélectrique



Système des bois

Système des potagers, jardins et semé

Système éolique

Système solaire

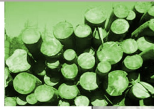
Système hydro-électrique



1 Mini-centrales pour la production d'énergie hydroélectrique mise en vente dans le réseau. Dans une deuxième phase on fera l'étude de la faisabilité de cet système, le dimensionnement des mini-centrales et la stratégie pour revitaliser les cours d'eau.



2 Aires boisées existantes et des nouvelles plantations, appropriées à la production de biomasse récolte périodiquement et transportés à la mini-centrale de zone pour produire énergie électrique introduite dans le réseau public et utilisée pour le télé-chauffage des habitations proches aux centrales.



3 Potagers et jardins et aires agricoles appropriées à la production de biomasse du rebut de récolte destinées à les mini-centrales de zone pour produire énergie électrique introduite dans le réseau public et utilisée pour le télé-chauffage des habitations proches aux centrales.



4 Aires destinées au semé et au agricole pour la production de biomasses de eaux d'égout zootechniques introduite dans le réseau public et pour le télé-chauffage des habitations proches aux centrales.



5 Turbines mini-éolique pour la production de énergie électrique introduite dans le réseau public national. Les turbines (model Quiet révolution) seront placés à coté des fleuves et intégrés avec les jardins et dans les espaces publics, urbains et suburbains avec une bonne ventilation naturel ou bien induite.



6 Aires avec altitude supérieur à 900-1000 mètres bien aérées appropriées à la mise en place de installations éoliques de grands dimensions pour produire grosses quantité de énergie électrique introduite dans le réseau public. Dans une deuxième phase on fera l'étude de la faisabilité de la mise en place et du dimensionnement des installations.



7 Aires pour l'installations photovoltaïque pour la production de énergie électrique à introduire dans le réseau public. Les petits installations seront placés dans les parkings, et sur les toitures des bâtiments publics et industriels.



8 Aire avec caractéristiques naturelles d' exposition solaire appropriées à la réalisation de un parc-photovoltaïque. Dans une deuxième phase on fera l'étude de la faisabilité de la mise en place et du dimensionnement des installations.



9 Mini-centrales à biomasses pour la production de énergie électrique à introduire dans le réseau public et pour le tele-chauffage. Selon du nombre des habitations comprises dans le domaine on prévoit de 5 à 8 centrales.

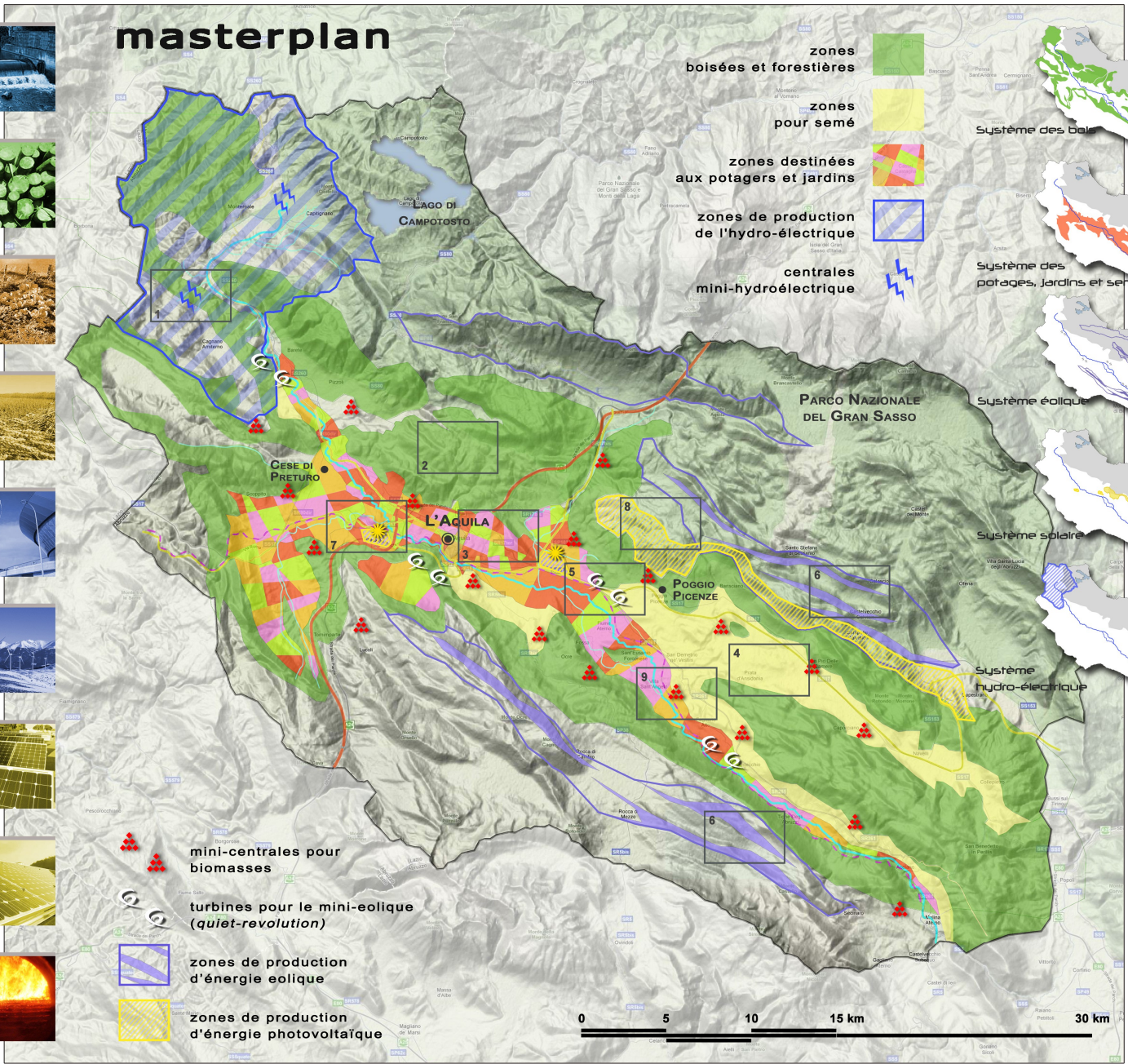
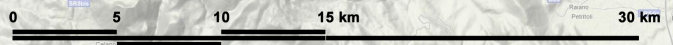


mini-centrales pour biomasses

turbines pour le mini-éolique (quiet-revolution)

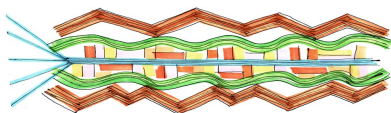
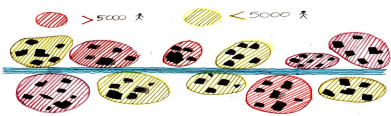
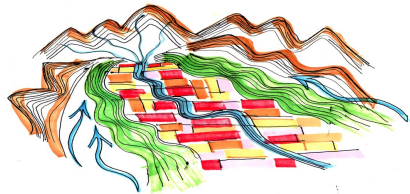
zones de production d'énergie éolique

zones de production d'énergie photovoltaïque

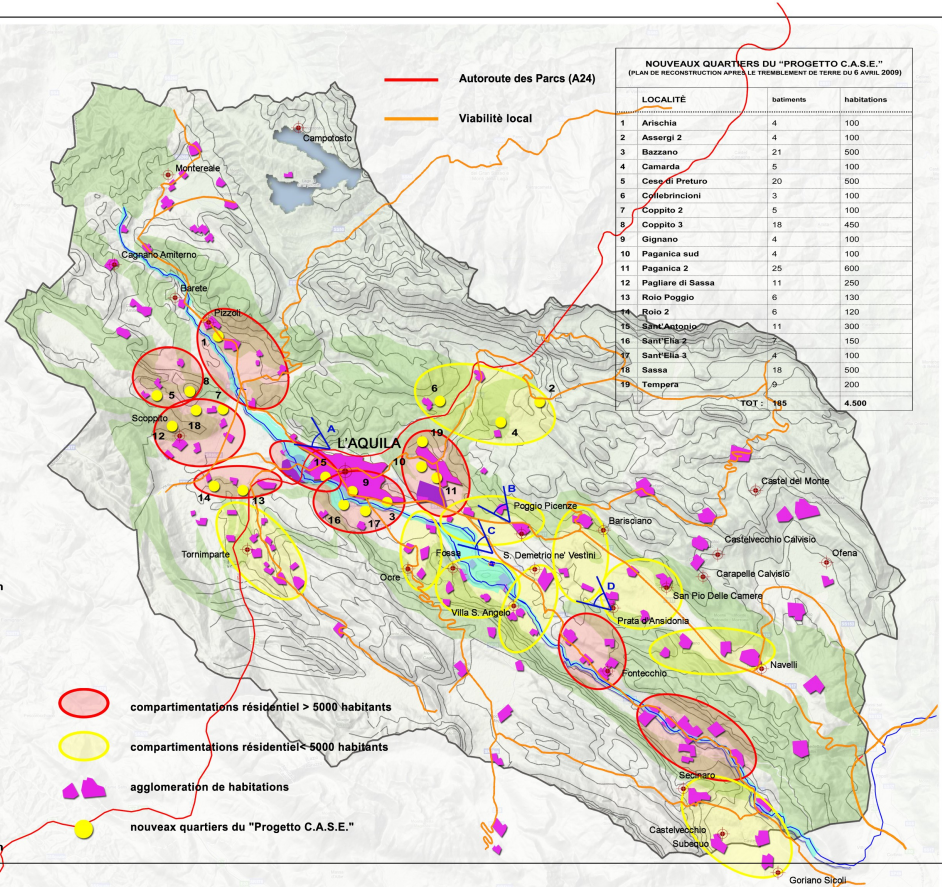




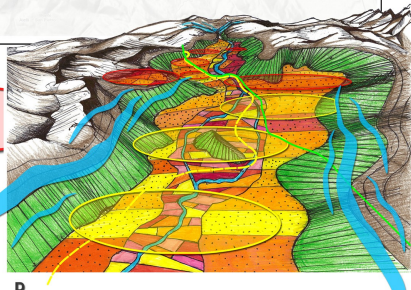
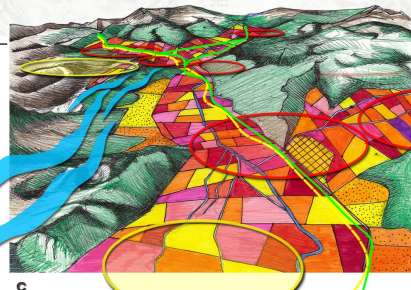
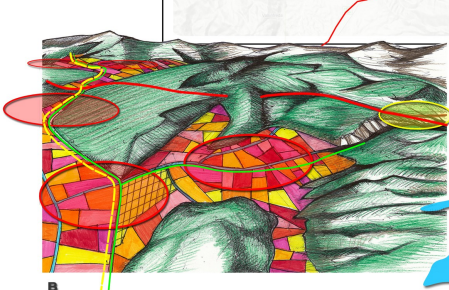
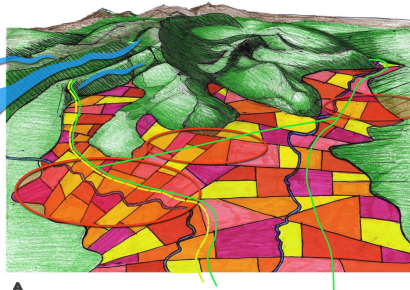
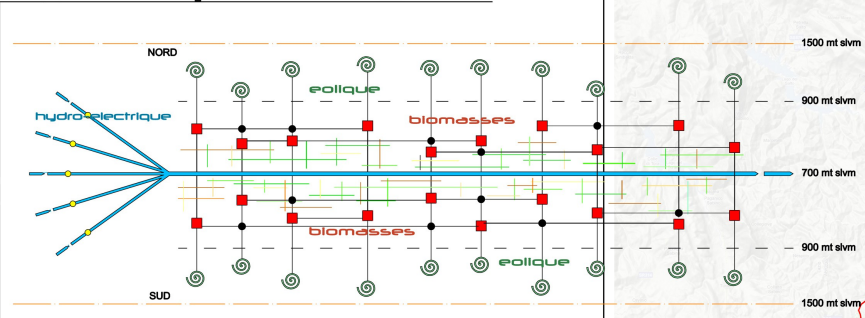
# localité et population



COMMUNES DE LA VALLÉE DE L'ATERNO		
COMMUNES	HABITANTS	ECARTS
Barete	662	6
Barisciano	1.788	4
Cagnano Amiterno	1.423	13
Campotosto	730	6
Carapelle Calvisio	90	-
Castel del Monte	480	-
Castelvecchio Calvisio	187	-
Castelvecchio Subequo	1.141	-
Fontecchio	410	1
Fossa	673	1
Goriano Sicoli	616	-
L' Aquila	72.935	57
Montereale	2722	31
Navelli	614	1
Ocre	1.063	5
Ofena	588	3
Pizzoli	3733	6
Poggio Picenze	1038	-
Prata D'Ansidonia	525	2
San Demetrio Ne' Vestini	1.755	8
San Pio Delle Camere	586	1
Secinaro	438	-
Scoppito	2.927	13
Tornimparte	2.886	24
Villa Sant'Angelo	436	1
<b>TOT : 25 communes</b>	<b>100.546</b>	<b>183</b>



## concept



A

B

C

D

**Directives pour la planification et la promotion de requalification éco-durable pour les petits noyaux urbains (*re quails*)**

*Planification stratégique territoriale pour la promotion et la optimisation des mesures de requalification des petits noyaux urbains (re quails)*

**Objet :**

Le projet vise à élaborer une stratégie efficace pour une conception et une planification territoriale, et pour la promotion et l'optimisation de l'utilisation de systèmes écologiquement durables à haute efficacité énergétique. Les mesures prises en considération sont applicables soit aux petits centres historiques ou bien aux quartiers nouveaux de maximum 5000 habitants.

Il faut commencer par la création de un document-cadre, "Lignes directrices", permettant de planifier les différentes phases de l'interaction entre les administrations publiques, régionaux et locaux, maitres d'œuvre, les entreprises privées et les utilisateurs finaux.

La propagation d'une telle procédure d'action est un élément essentiel pour atteindre les objectifs fixés par le Protocole de Kyoto pour 2020.

La poursuite d' une efficacité énergétique éco-durable sur moyenne et petite échelle, peut être un élément indispensable pour déclencher des processus vertueux sur le territoire, tels que la bonne utilisation des sources renouvelables spécifiques du lieu en question, maintenant dispersées et non utilisés, et qui peuvent multiplier les possibilités d'emploi dans de nombreux secteurs.

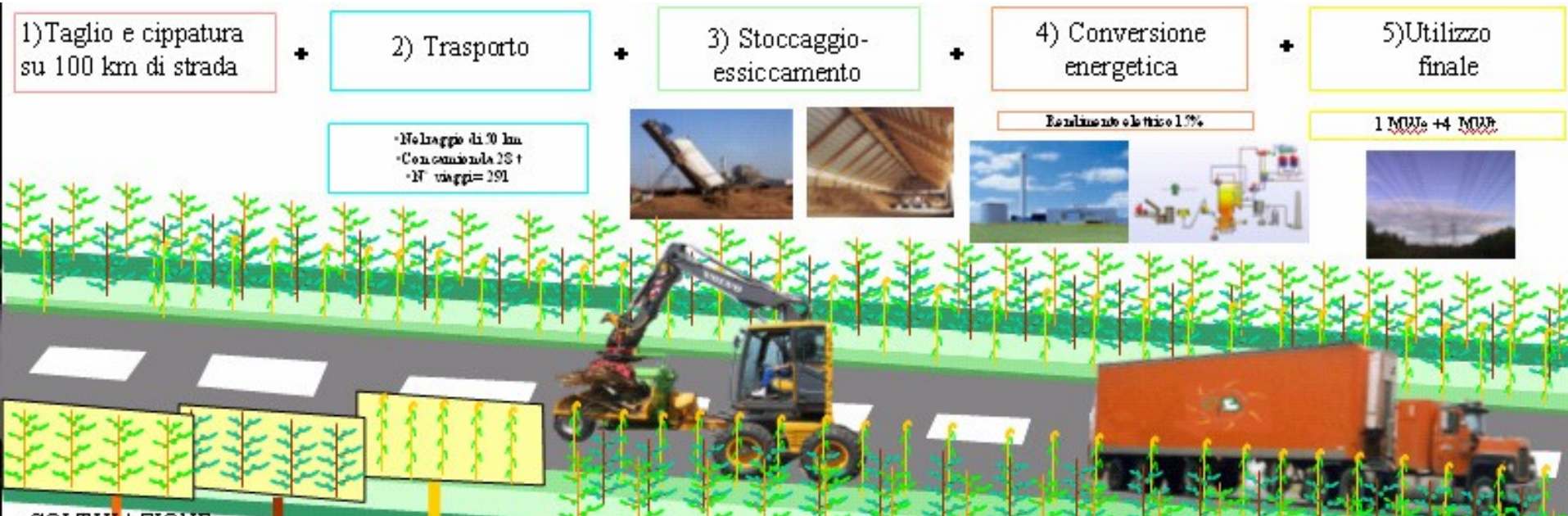
Le modèle stratégique proposé doit actualiser la pratique courante actuelle en matière d'éco-durabilité et d'efficacité énergétique, avec l'introduction de facteurs typiques de la requalification urbaine, ce qui peut multiplier les aspects des possibilités d'organisation et de convenance économique.

Le résultat de ces actions peut être résumé dans la création de *centres pilotes*, qui peuvent fournir des exemples à suivre pour un correcte développement écologiquement durable.

## Objectifs:

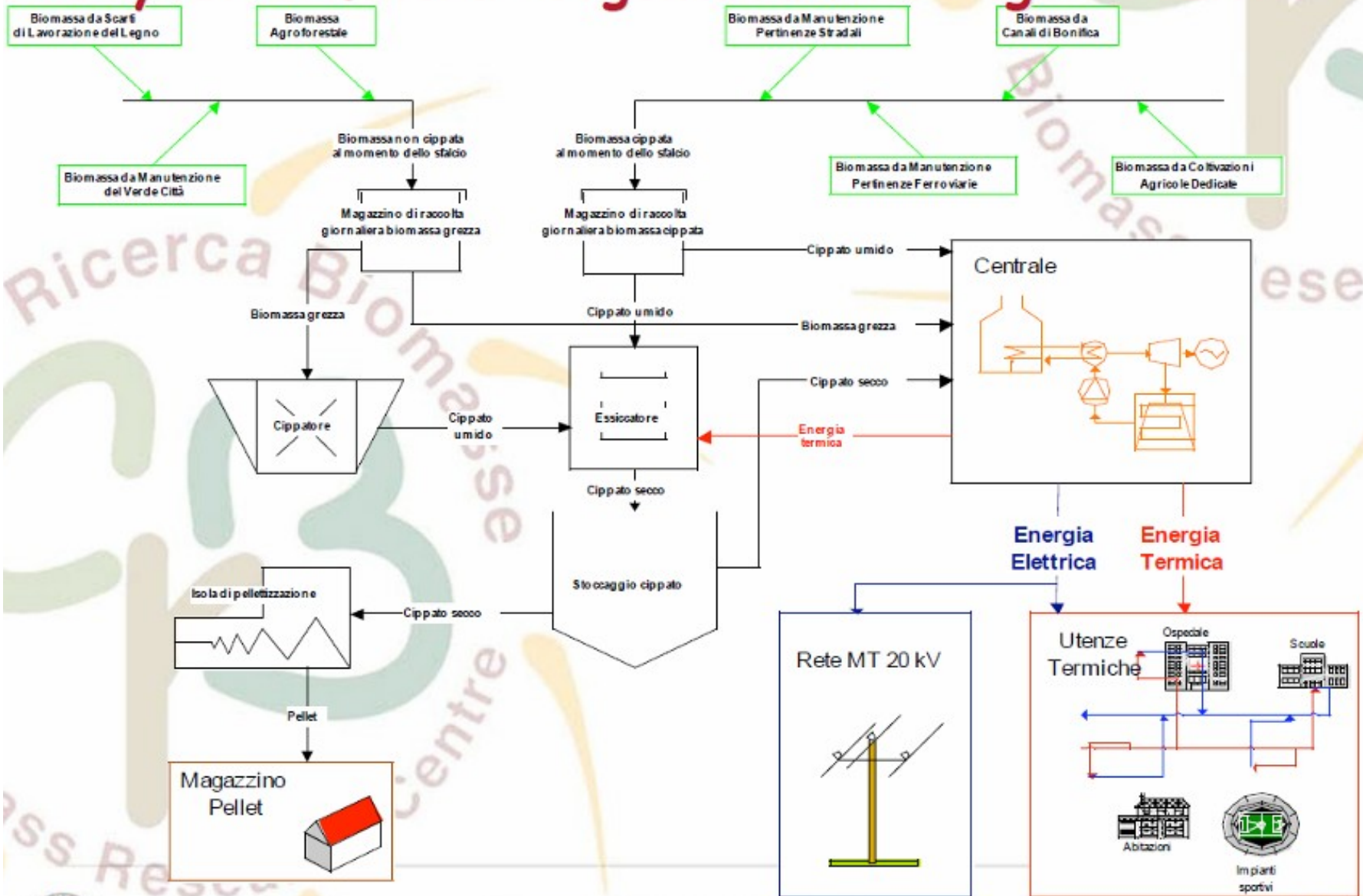
Les objectifs à poursuivre pour la promotion et la diffusion d'une planification de une requalification urbaine durable, fourniront un point de départ pour créer un modèle de réglementation applicable dans tout État membre de la Communauté européenne, qui donnera lieu aux niveaux suivants d'intervention:

- Activation des stratégies communes entre les administrations (régions et municipalités);
- Activation des stratégies projectuelles efficaces pour la réalisation d'un éco-quartier;
- Mise en place des stratégies pour la coparticipation des différents acteurs engagés, administrations publiques, entreprises privées et les citoyens;
- Mise en place de la *best practice* dans la construction et dans l'entretien d'une intervention de requalification éco-durable.



Système d'approvisionnement des biomasses provenant de l'entretien des zones marginales des routes

# Layout di filiera: cogenerazione/trigenerazione

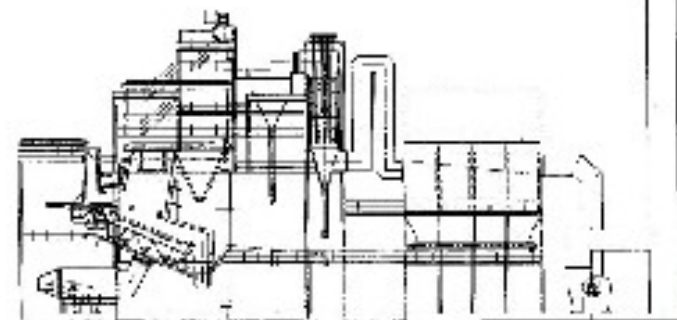


Layout de la centrale de cogénération à biomasses provenant de l'entretien des zones marginales des routes

# Analisi tecnica dell'impianto

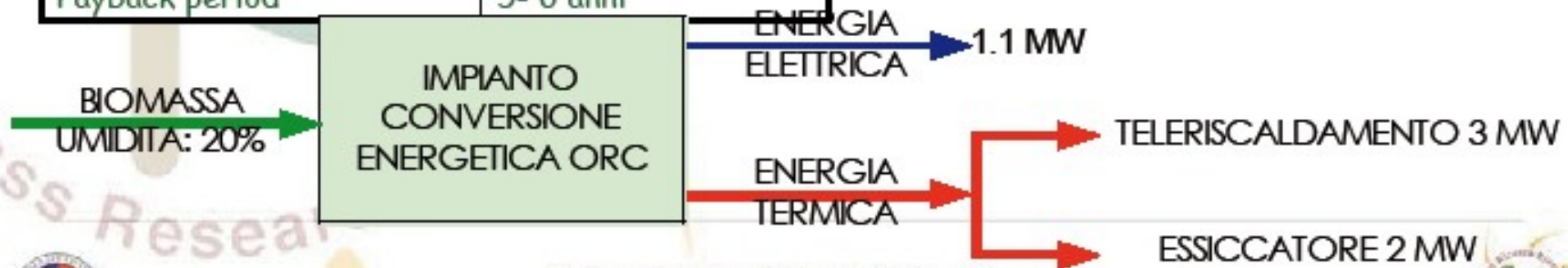
## Dati tecnici centrale

Potenza elettrica	1 MW
Potenza termica	5 MW
Rendimento elettrico	0,18
Produzione elettrica	7.500 ore/anno
Produzione termica	4.000 ore/anno
Energia elettrica prodotta	6.300 MWh/anno
Energia termica prodotta	16.000 MWh/anno
Investimento con rete di teleriscaldamento	10 milioni €
Payback period	5- 6 anni



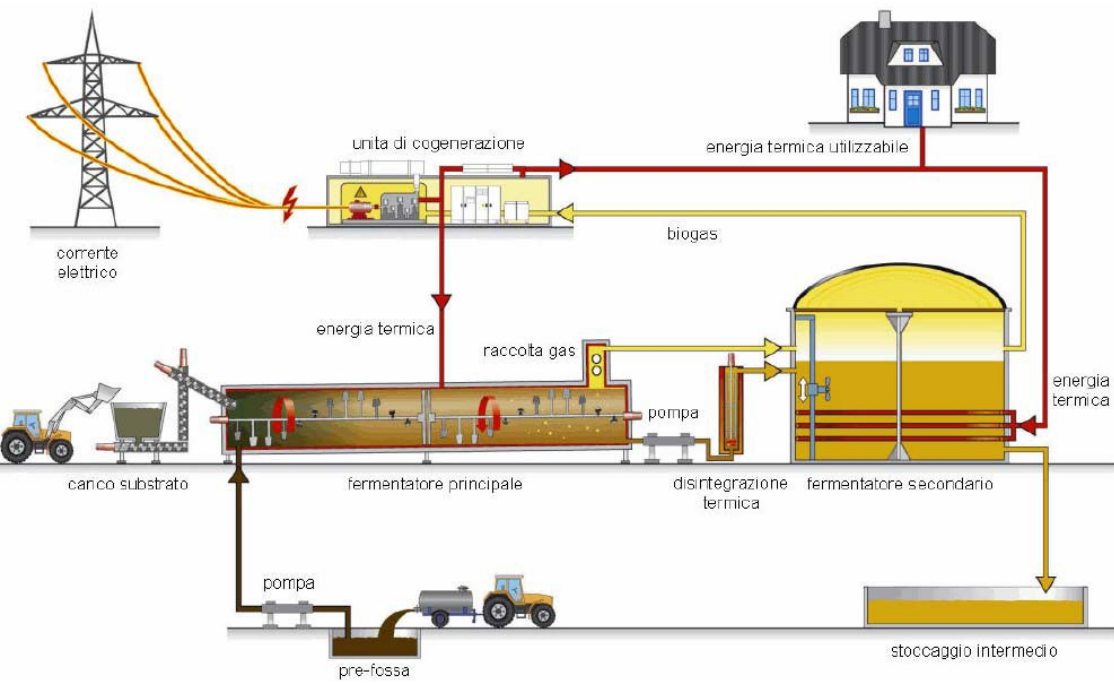
## Caratteristiche Biomassa

Quantità	18.000 ton/anno
PCI <sub>medio</sub>	13.000 kJ/kg
Contenuto ceneri	6 %
Produzione ceneri	900 ton/anno





Machine pour la production de balles circulaires réalisées avec les déchets de l'élagage



Lay-out d'une centrale de cogénération fonctionnant a biogaz à partir des biomasses organiques, pour produire chaleur et électricité

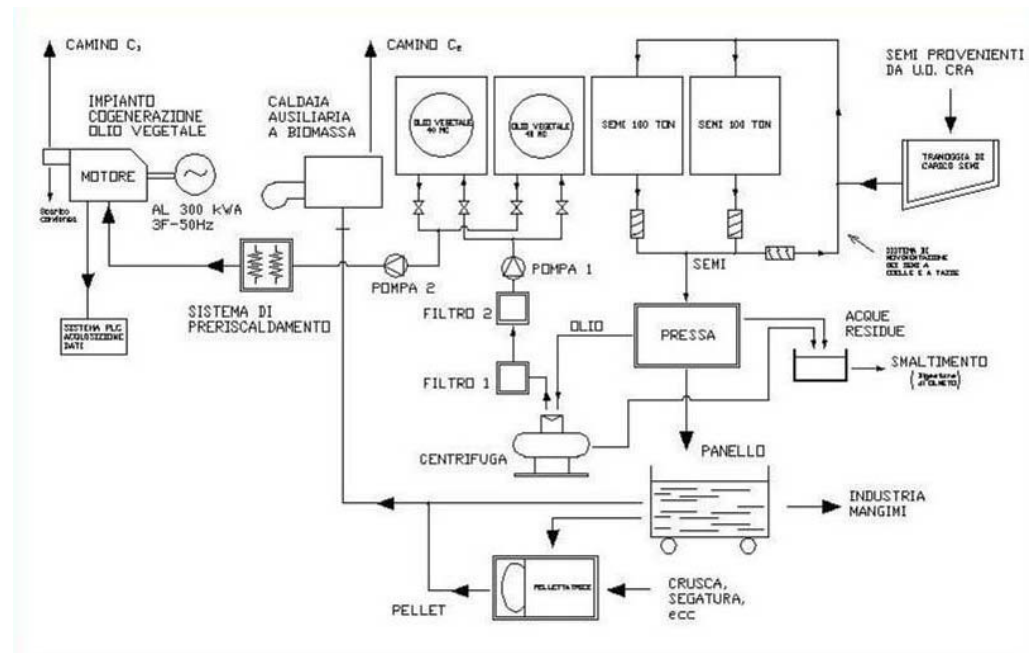


Diagramme de fonctionnement de une centrale de cogénération alimentée à huile végétal pour produire chaleur et électricité



Co générateur à moteur à combustion interne pour la centrale à biomasse alimentée par huile végétale

## ANALISI ECONOMICA

COSTI FISSI	IMPORTO
OPERE CIVILI	20'000 € + IVA
IMPIANTO PRODUZIONE BIOCOMBUSTIBILE E COGENERATORE	200'000 € + IVA
MACCHINA AD ASSORBIMENTO E RETE DI DISTRIBUZIONE	45'000 € + IVA
<b>TOTALE</b>	<b>265'000 € + IVA</b>

### 1) IPOTESI DI FUNZIONAMENTO DI 4000 ore/anno

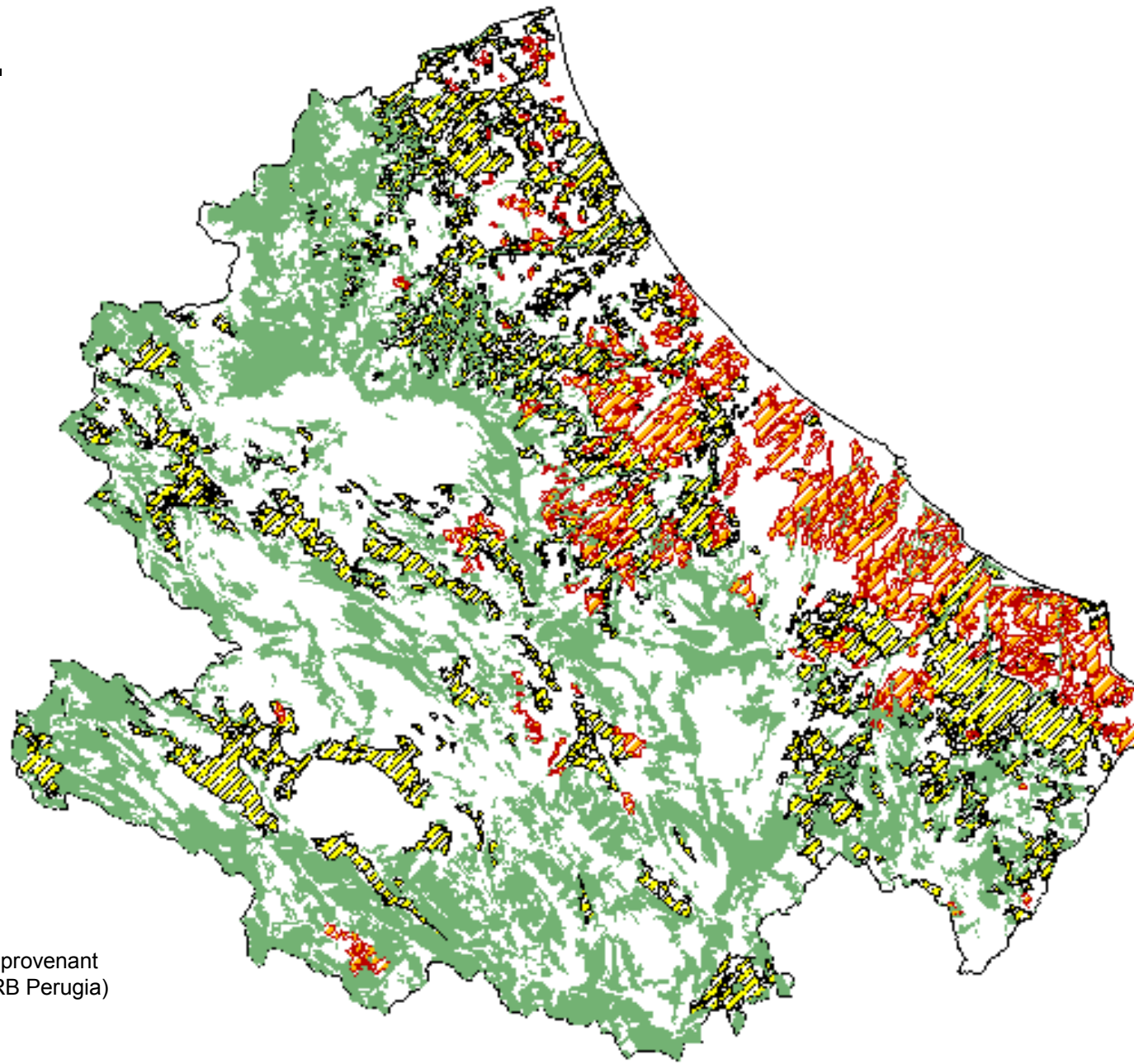
COSTI	IMPORTO
COSTO MATERIA PRIMA (22 €/q × 3'100 q)	68'200 €/anno + IVA
COSTO GESTIONE IMPIANTO (1 persona + manutenzione)	30'000 €/anno + IVA
<b>TOTALE</b>	<b>98'200 €/anno + IVA</b>

RICAVI	IMPORTO
ENERGIA ELETTRICA AL GESTORE DI RETE E CERTIFICATI VERDI (400'000 kWh/anno × 0,2 €/kWh)	80'000 €/anno + IVA
RISPARMIO METANO DA PROD. CALORE E FREDDO IN TRIGENERAZIONE (400 MWh/anno × 70 €/MWh)	28'000 €/anno + IVA
VENDITA PANI COME MANGIMI ZOOTECNICI (1'850 q/anno × 10 €/q)	18'500 €/anno + IVA
<b>TOTALE</b>	<b>126'500 €/anno + IVA</b>

Analyse économique de la central à biomasse alimentée par huile végétale.

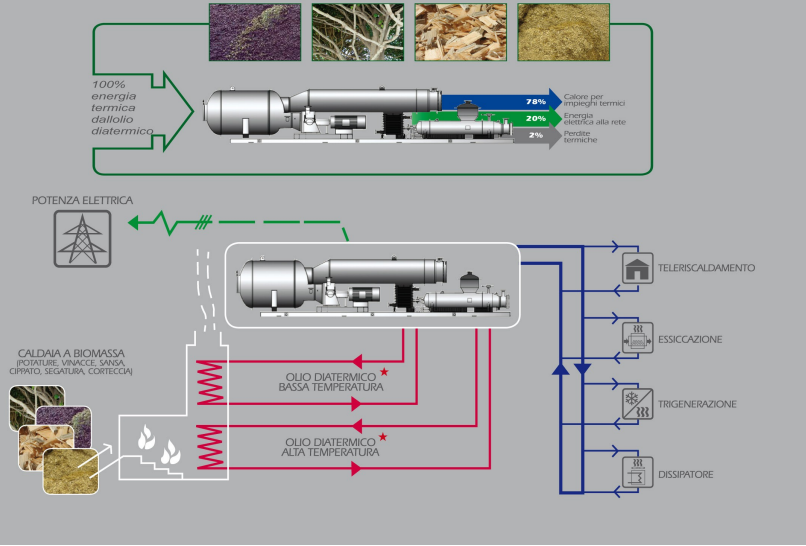


- superficie bos cata
- confini regionali
- ▨ superficie a frutteti,
- ▧ seminativi



Localisation des disponibilités de biomasses provenant de herbes et arbres en Abruzzes (source: CRB Perugia)

## Lay-out de la centrale de cogénération alimentée à biomasses végétales



Lay.out du réseau de télé-chauffage avec configuration 'à arbre'

***Valter Fabietti***

Collaborateur: Irene Cremonini

## **MESO : Réduction des risques sismiques à Poggio Pienze**

### ***Lecture de la vulnérabilité urbaine***

La définition de la vulnérabilité sismique et la construction des structure urbaines minime (SUM) sont été développés dans l'étude sur la commune de Poggio Pienze deuxième selon deux lignes d'action, une rapide et une détaillée.

La première ligne a visé, à travers la définition des Unités Territoriales de base, à fournir les caractères dominants des parties relativement homogène de l'ensemble urbain. Ce type d'analyse définit, pour les vieilles villes et pour les zones d'expansion, des typologies de installations urbaines, liées aux méthodes d'utilisation des bâtiments (résidentiels, productifs, de services, etc.). Grâce à une série d'évaluations intermédiaires liés à l'exposition et aux facteurs de risque local, en utilisant également les informations statistiques disponibles (sections cadastrales), cette procédure d'analyse reconstruit la vulnérabilité sismique des Unités Territoriales dont est désarticulé le centre urbain.

Une deuxième ligne de relevé, à vérification de celle rapide, que rapidement, a été réalisée en utilisant des fiches de relevé appliquées à tous les bâtiments dans le centre historique. Le cout élevé et la complexité de cette modalité n'a pas permis de étendre l'analyse à la totalité du centre urbain: compte tenu de la vérification expérimentale de l'étude, il a été jugé suffisant de se référer, dans cette phase de travail, au centre historique et à ses alentours réalisés plus récemment.

L'analyse de l'installation urbaine a été effectuée en trois phases. La première concerne l'identification des éléments de construction typologiques (immeubles en fonction de leurs caractéristiques intrinsèques), de l'accessibilité et des espaces ouverts et aussi de la manière d'agrégation (les ilots, le rapport entre le bâti et le non bâti) ; la seconde a porté sur l'identification du rôle fonctionnel que chaque composante a dans le centre urbain, en termes de poids, de fréquence et de localisation. La troisième phase concerne l'identification des composants qui, en coexistant dans plusieurs systèmes fonctionnels, peuvent influencer le fonctionnement de l'entier système urbain et, par conséquent, elles doivent être considérée à tous égards parties de la SUM.



## ***Les fiches de relevé***

Pour définir les relations systémiques entre les bâtiments et les tissus bâtis, pour décrire le réseau de parcours et d'espaces ouverts, des principales activités et des méthodes d'utilisation de l'espace urbain, nous avons rédigé des fiches de relevé construites ad hoc, même en utilisant des expériences significatives du passé qui se trouvent dans la littérature disciplinaire.

Les fiches ont permis de décrire de façon suffisamment détaillée les caractères physiques et d'utilisation du centre urbain en relation aux caractéristiques :

- typologiques et structurelles des bâtiments du centre historique et des tissus à proximité du centre
- physiques et fonctionnelles du système de parcours et d'espaces ouverts
- de consistance et d'utilisation du système des activités économiques et des services
- géologiques et géomorphologiques (grâce au micro zonage développé par la Protezione Civile)
- l'emplacement des valeurs historiques - architecturales
- de distribution et de la hiérarchie des fonctions d'urgence, des bâtiments critiques et de ceux qui ont une vulnérabilité directe ou bien induite
- de organisation des infrastructures à réseau.

Les fiches, organisées par référence (bâtiments isolés, espaces ouverts, infrastructures), ont fourni des informations à utiliser, directement ou par un traitement supplémentaire, pour la définition de la vulnérabilité sismique urbaine. Chaque fiche, indépendamment de l'objet étudié, définit à travers l'information géographique (cartographie photogrammétrique ou cadastrale) et topographique (Registre Local) une référence spatiale unique qui permettra, à un stade ultérieur de l'étude, de construire un *système d'information géographique* de Poggio Picenze. L'incontestable utilité de cette méthode de gestion est associée à une utilité de caractère programmatique et urbanistique : en associant à un GIS, un système de évaluation, sera possible de construire un instrument de gouvernement du territoire pour évaluer, un court laps de temps, l'efficacité en termes de choix sismiques, des transformations du territoire communal.

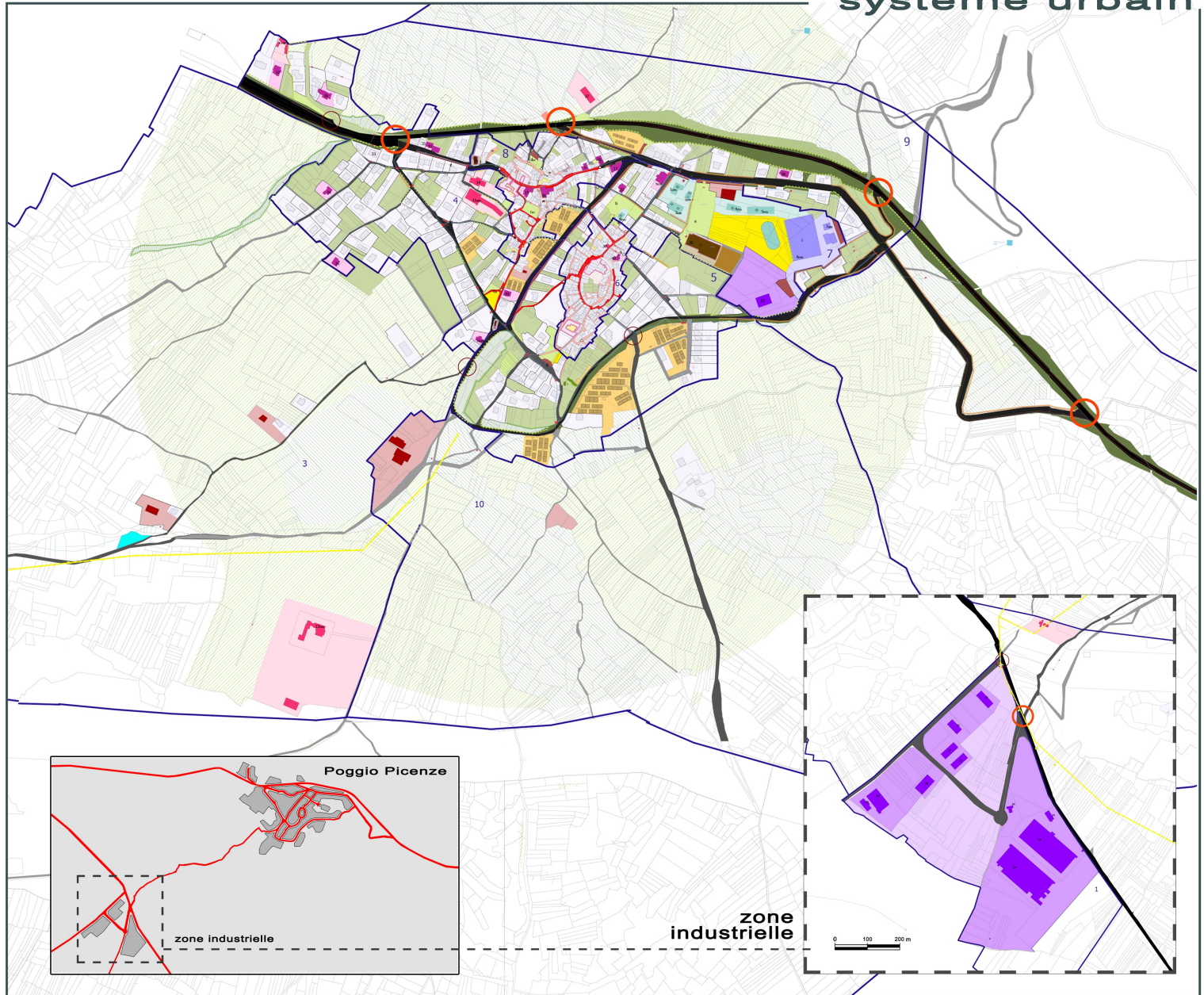
L'enquête a été menée d'abord par un relevé général, à partir d'une première estimation grossière de la morphologie urbaine, provenant de la cartographie et d'une première visite sur le site et sur la base d'informations statistiques (UT).

Les opérations de relevé approfondies ont été ensuite réalisées à partir de trois types de fiches: bâtiments, routes, espaces ouverts. Ensuite la sélection et l'agrégation des informations a permis de rédiger les fiches de l'îlot et de signaler les systèmes d'espaces ouverts.

# Légende

- UTM** Unités territoriales
- SYSTÈME DES PLACES OUVERTES**
- Zones enclavé semés libres
  - Zones enclavé semés/incultes
  - Espaces au marge avec des sauts morphologiques
  - Vert décoratif
  - Cours internes
  - Bois de marge
  - Zones cultivées de marge
- ÉLÉMENTS DE BARRIÈRE**
- Fossés
  - Sauts de cote
  - Enclos
  - Assises ou haies
  - éléments routiers
- SYSTÈME DE LA MOBILITÉ**
- Parcours principaux territoriaux (S.S. 17)
  - Parcours territoriaux secondaires et urbains principaux
  - Parcours urbains secondaires
  - Parcours urbains principaux du centre historique
  - Parcours urbains secondaires du centre historique
  - Places et espaces de redistribution des usés historiques
  - Zones destinées au parking
  - Noeuds routiers principaux
  - Noeuds routiers secondaires
  - Accès au centre historique
  - Ligne ferroviaire
- FONCTIONS, SERVICES, RÉSIDENCES ET BIENS ARCHITECTURAUX**
- Résidences
  - Mixte résidentiale et commercial
  - Activité commerciale
  - Activités religieuses/culte
  - Activités industrielles
  - Batiments d'intérêt architectural
  - Batiments scolaires
  - Adm. Communale
  - Bureaux professionnels
  - Bureau postal
  - Auditorium
  - Eglise
  - Ambulatoires
  - Zone de pertinence
  - Zone de pertinence
  - Zone de pertinence
  - Zone de pertinence
  - Zone de pertinence
  - Zone de pertinence
- ACTIVITÉS SPORTIVES ET RÉCRÉATIVES**
- Activités sportives
  - Vert public équipé
- Infrastructures**
- Réseau électrique
  - Cabine Méthane
  - Méthanoduc
  - réseau hydrique
  - Cimetière
  - Cabine électrique
  - M.A.P.
  - Epurateur
  - Fleuve Aterno

# systeme urbain



***Fabrizio Mollaioli***

## ***Analyse des caractères de construction***

Poggio Picenze se caractérise par des constructions très simples, qui sont principalement liés à la satisfaction des besoins essentiels et d'une connexion immédiate entre les exigences formelles et fonctionnelles. Les types de construction donc, sont liées à la nature du sol, aux caractères géomorphologiques, climatiques et hydrographiques, mais surtout ils utilisent des matériaux d'origine locale comme la pierre et le bois. Ces matériaux, similaires à ceux utilisés dans d'autres contextes, habilement manipulé par l'homme, ont façonné des bâtiments caractérisés par une variété de matériel de construction, différentes les unes des autres aussi seulement pour les petits détails, mais qui connotent fortement le centre historique.

Les maçonneries à plusieurs parements sont souvent fréquents et sont associées à l'architecture pauvre, construites avec des éléments parfois irréguliers, pas toujours avec un engrènement transversal approprié.

Les maçonneries à plusieurs parements ont souvent un comportement structurel pas satisfaisant, tant en ce qui concerne les charges gravitationnelles, tant dans le cas des actions sismiques.

La différente fraction de mortier qui se trouve dans les parements, généralement plus élevée dans le milieu, entraîne une baisse à long terme différemment. Par conséquent, les charges ont tendance à se concentrer sur les parements extérieurs, qui peuvent se déstabiliser car ils sont particulièrement maigres.

Face à des actions sismiques est plutôt fréquente l'interruptions de parements entre eux indépendants, avec des conséquences importantes tant sur la stabilité de l'édifice, que sur l'exode après le secouement, que sur l'accès des sauveteurs.

Les enquêtes en site ont révélé un patrimoine de logements très différents, dont les formes semblent répéter, apparemment avec des petites variations, des "modèles" de la tradition locale et ils expriment, presque immédiatement, les raisons qui ont conduit à leurs construction ou des événements qui ont marqué les changements successifs. Il n'est pas si difficile de distinguer les bâtiments destinés pour le logement permanent ou temporaire, un plan mono ou bi-cellule avec un ou plusieurs étages au-dessus du sol et un ou plusieurs axes des ouvertures, aux rythmes de leur vie ou les moyens de leur subsistance. Les formes semblent dénoncer, tout aussi clairement, l'original ou acquis destination de certains édifices comme de refuges pour animaux ou de stockage des équipements, matériaux ou produits agricoles.

## **Analyse des points de référence (carte mentale)**

L'analyse des sites de référence est un autre facteur pris en compte dans la conception du projet. En particulier, cela signifie - en particulier pour le niveau «mésos» ou de l'habitat intermédiaire - la nécessité d'examiner les moyens d'interaction entre les habitants et l'habitat, et la manière dont l'habitat est devenue une partie de l'univers cognitif (les représentations, les systèmes de valeurs, etc.) de l'univers opérationnel (les comportements, les habitudes, etc.) des habitants, en tant qu'individus et en tant que sujets collectifs.

Pour examiner cette double série de phénomènes, on fait référence à une variété d'outils d'observation et de consultations informelles (comme les entretiens avec les individus, la participation aux réunions, etc.) et à l'examen des documents.

En particulier, l'étude de documents concerne :

- Articles et nouvelles (dans la presse, de radio et de télévision et les médias)
- Textes et documents produits par les associations locales et des expressions organisées de la société civile (associations, groupes de citoyens, groupes informels et les organisations professionnelles, etc.)
- Textes et documents publiés dans "Internet" dans les blogs, forums et autres formes d'expression;
- Photos du lieu et en particulier des éléments qui en permettent la reconnaissance (par exemple, cartes postales, photographies, etc.) et le site web de la ville elle-même.

On a également utilisé l'observation directe de l'environnement bâti et les paysages des zones des territoriales à l'étude, pour identifier ce qu'on pourrait appeler "repères" reconnu (par exemple, des monuments, les zones touristiques connus, des lieux de l'activité collective, etc. ..).



A travers cette variété d'instruments on a pris en considération:

- les dynamiques liées aux **réseaux de services** (éducation et information, communication, santé, énergie, eau et assainissement, transports, etc.)
- les formes **d'organisation et d'agrégation des citoyens** (réseaux informels, groupes, clubs, associations formelles, relations de proximité, etc.)
- les dynamiques de construction d'un **espace symbolique et d'une identité partagés** (monuments, lieux dotés d'une connotation sociale positive ou négative, lieux d'agrégation et de réunion, etc.)
- les dynamiques **politiques** et de création de consensus (et en particulier les relations entre acteurs publics, politiques et de la société civile locale et acteurs publics et politiques nationaux et régionaux) ;
- les **dynamiques économiques** au niveau local (entreprises existantes, activités pour les quelles la construction de nouveaux espaces est nécessaire, nouvelles activités économiques, etc. – aussi pour ce que concerne les initiatives touristiques et culturelles)
- les dynamiques liés à la production de la connaissance et a la diffusion de l'information ;
- les dynamiques de reconnaissance des risques (sociaux, environnementaux, etc.)
- les dynamiques de proximité, le maintien des liens sociaux et les dynamiques de rencontre entre groupes culturelles différents (ex. immigrés)
- les **dynamiques liés au maintien d'une mémoire du risque sismique** (lieux et éléments bâtis liées dans les représentations collectives aux événements sismiques).

# Légende

- |  |                      |  |                     |
|--|----------------------|--|---------------------|
|  | Unités territoriales |  | Cabines électriques |
|  | Group de maisons     |  | Réseau électrique   |
|  | Bâtiments critiques  |  | Central Méthane     |
|  | Parcours piéton      |  | Méthanoluc          |
|  | M.A.P.               |  | Réseau hydrique     |
|  |                      |  | Réservoirs eau      |

## Système Stratégique pour fonction

- Bâtiments, Routes, Places Ouvertes, Noeuds des infrast.
- Noeuds stratégiques

## Système Stratégique pour urgence

- Rue de raccordement extra-urban
- Rue de fuite principale
- Rue de fuite secondaire
- Liaisons entre points stratégiques
- Noeuds stratégiques
- Bâtiments stratégiques
- zones de récolte
- Zones d'accueil et refuge de la population
- Compartiments d'intervention pour sûreté des liaisons entre les points stratégiques

## Système de mobilité

- Rues 5 fonctions
- Rues 4 fonctions
- Rues 3 fonctions
- Rues 2 fonctions
- Rues 1 fonctions

## Système administratif

- Bâtiments
- Places ouvertes
- Rues principales
- Rues secondaires
- Noeuds

## Système commercial

- Bâtiments
- Places ouvertes
- Rue 4 activités
- Rue 3 activités
- Rue 2 activités
- Rue 1 activités
- Noeuds

## Système historique architectural

- Bâtiments
- Places ouvertes
- Rues 2 ou plus présences
- Rues 1 présence
- Noeuds

## Système artisan/productif

- Bâtiments
- Places ouvertes
- Rues 2 ou plus activités
- Rues 1 activités
- Noeuds
- Bâtiments
- Places ouvertes
- Rues 2 ou plus présences
- Rues de soutien
- Noeuds

## Système services

- Bâtiments
- Places ouvertes
- Rues 2 ou plus présences
- Rues de soutien
- Noeuds

## Système des sites liés à l'identité

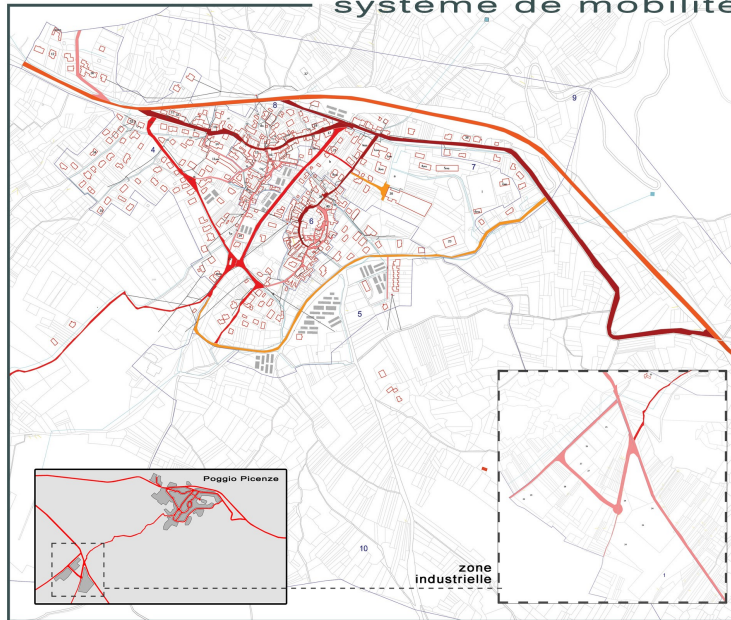
- Bâtiments
- Places ouvertes
- Rues principales
- Rues secondaires
- Noeuds
- Rues
- Noeuds

**BÂTIMENTS CRITIQUES** 1. école primaire 1.Silvino, 2. bibliothèque / Centre de loisirs des enfants, 3. Salle de conférence / Ambasciata, 4. école maternelle, 5. école primaire, 6. Musée Charles de Gaulle, 7. Centre de Gaulle, 8. Hotel de Ville, 9. Pevron, 10. B&B, 11. Hotel, 12. B&B, 13. Agriarium, 14. Restaurant, 15. Restaurant priv, 16. P&C, 17. Minemarket, 18. Bureau Postal, 19. Epicerie Ciuliano, 20. Epicerie Felice Martini, 21. Bar, 22. Epicerie Vialonno, 23. Industrie: travail métaux, 24. Industrie: EDINO, 25. 26.27. Industrie: matériaux de construction, 28. Napoli, 29. 30. Industrie: produits chimiques, 31. Verano Armani, 32. Minemarket, 33. P&C, 34. Mecanican, 35. Centre de distribution, 36. Centre esthétique, 36. Industrie de trou, 37. Industrie: travail métaux, 38.39. Coiffure, 40. Condominium, 41. N&N. Nœud bâtiment stratégique urgence; m+n\* nœud fuite bâtiment urgence.

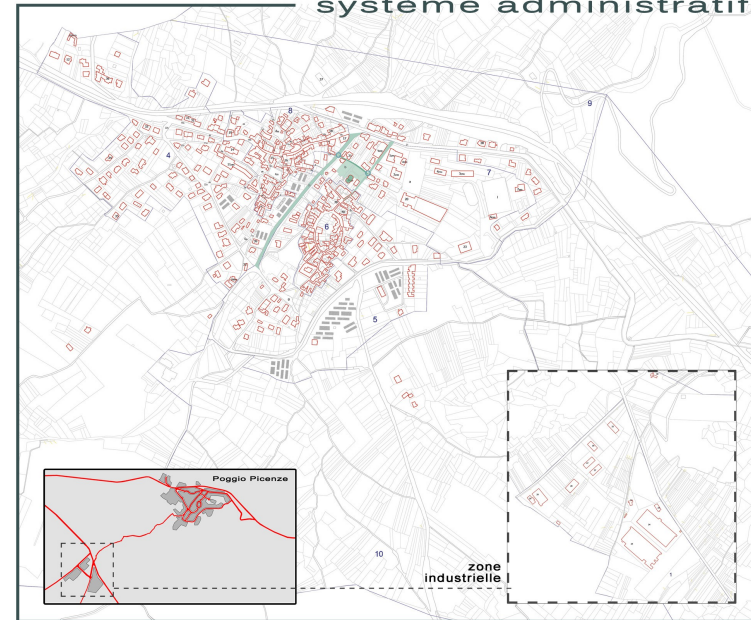
**ZONES RÉCOLTE-ACCUEIL** a. Place S. Massimo, b. Place du Commerce, c. Largo del Popolo, d. Largo Venezia, e. Rue Umberto I, f. Largo del Popolo, g. B. di Europa, i. Rue S. Pietro

scala grafica 0 100 200 300 400 500 m

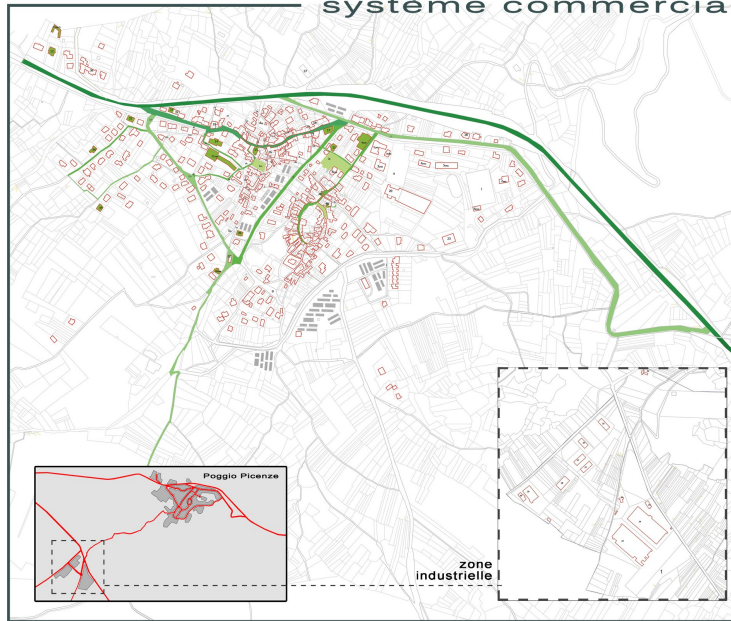
## système de mobilité



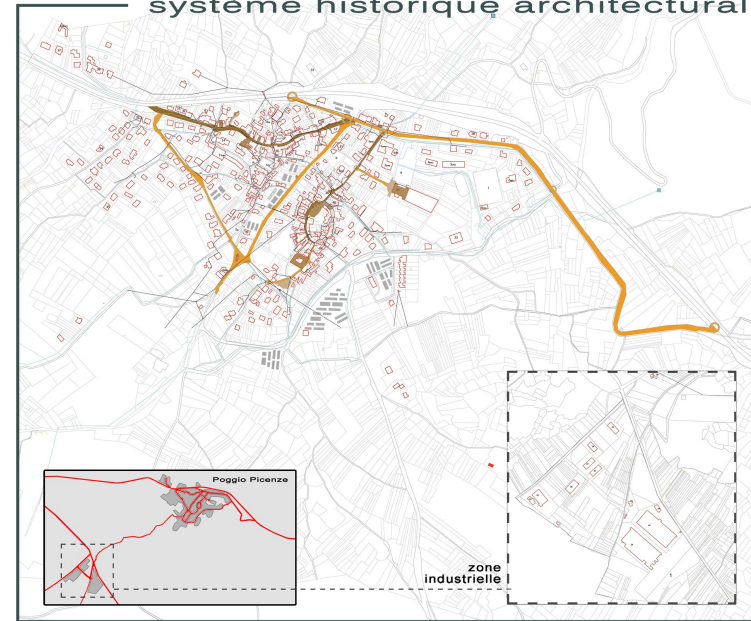
## système administratif



## système commercial



## système historique architectural



## ***Analyse de la vulnérabilité urbaine***

L'analyse de la vulnérabilité urbaine se base sur l'hypothèse qu'elle ne dépend pas seulement du danger sismique (donc des caractéristiques géologiques du site) et des caractéristiques de construction des constructions (bâtiments et infrastructure), mais aussi de la morphologie urbaine (la morphologie du territoire et le conséquent système routier, la relation entre la localisation des bâtiments et les espaces ouverts, etc.), des caractères distributifs des fonctions (résidence, commerce, services, administration, établissements publics, etc.) et de l'intersection entre les différents systèmes fonctionnels et les facteurs d'amplification du tremblement de terre.

- Les dommages sismiques ne concerne pas seulement des victimes et des dommages aux objets, mais aussi la perte de l'organisation urbaine, entraînant une détérioration des niveaux de performances et de l'efficacité fonctionnelle. Dans les plans de reconstruction, ainsi que l'augmentation de la résistance sismique des bâtiments et des infrastructures, il aura tendance donc d'améliorer les composantes sismiques du système urbain qui déterminent une vulnérabilité en plus, la vulnérabilité de système. Le respect des caractéristiques des établissements historiques ou les frais nécessaires ne rendront pas toujours possible la poursuite de la réduction maximale de la vulnérabilité systémique: par le biais de processus participatifs sera possible, toutefois, d'avertir la population sur le risque / coût, en arrivant à une définition consciente, de la part de celle communauté, du *risque acceptable*.
- La méthode utilisée à Poggio Picenze a envisagé l'étude des principaux sous-systèmes fonctionnels qui assurent qualité au système urbain : les services publics, le logement, système de production, le patrimoine culturel et historique-architectural, l'accessibilité et les infrastructures technologiques. On a également étudié les sous- systèmes plus importants dans l'urgence : les présences dans la journée / an, les objets d'intérêt stratégique pour la Protection Civile ou « importants en relation aux conséquences d'un effondrement possible » (point 2.4.2 du Décret Ministériel, 14/01/2008), l'accessibilité et la circulation des véhicules, les réseaux technologiques (*lifelines*), les voies d'évacuation et d'urgence internes au tissu urbain.
- Afin d'évaluer l'attitude à l'endommagement des différents sous-systèmes fonctionnels, le territoire a été divisée en Unités Territoriales (UT) homogènes par morphologie , dans lequel ont été recueillies des informations qualitatives et quantitatives sur: exposition physique, fonctionnelle (biens , les personnes, les activités liées à des risques géologiques) et de système (poids de chaque partie en relation au centre urbain); vulnérabilité directe (propension à l' endommagement en termes de performances fonctionnelles pour chaque sous-système - résidentiel, commercial, fabrication, etc - ou la propension moyenne des édifices qui composent l'UT) ; vulnérabilité induite par la vulnérabilité (probabilité d' endommagement déterminé par les bâtiments adjacents ou des édifices critiques articles critiques (voir point 2.4.2. du Décret Ministériel, 14/01/2008).
- Pour chaque UT on a utilisé les fiches d'évaluation qui utilisent 10 indicateurs relatifs à autant de sous-systèmes fonctionnels (logement, tourisme, fabrication, services, équipements collective, culturelle, réseaux technologiques, voies de évacuation/sauvetage, accessibilité) plus un indice de présence (index d'utilisation des édifices ou d'exposition pour population présente). Pour chacun des sept facteurs on a attribué (pour chaque sous-système fonctionnel) un valeur de 1 à 6, correspondants à 6 classes de situations de plus en plus défavorables. Dans l'analyse de la vulnérabilité urbaine de Poggio Picenze tout en conservant ce caractère rapide, on a approfondi l'étude de la vulnérabilité des édifices et de la vulnérabilité induite par des agrégats urbains, problème qui touche presque tous les bâtiments des deux noyaux historiques. Cette étude est encore en cours.
- Afin d'évaluer la vulnérabilité moyenne des bâtiments on a utilisé les données (même si partiels) des fiches AeDES préparées par la Protection Civile et les données ISTAT (Recensement de 2001).

## **Définition de la SUM de Poggio Pienze**

Sur la base de l'analyse effectuée à ce moment et de la description de la structure urbaine de la ville de Poggio Pienze on a commencé le chemin de la construction de la SUM. Il s'agit, comme on a dit, de un «processus», d'un parcours analytique et projectuel *en devenir*, pour lequel est nécessaire une adaptation constante et de raffinement. La première phase du travail, la description de la structure fonctionnelle urbaine avant le tremblement de terre du 6 avril 2009, visait à identifier les points focaux du système urbain, les concentrations fonctionnelles et les relations avec les routes d'accès, les réseaux d'infrastructures et les espaces ouverts. A partir de ceux-ci il est possible d'identifier le dessin urbanistique, avant le tremblement de terre, la relation entre les différentes parties de l'ensemble urbain et le rôle que ceux-ci ont pu avoir dans un contexte territorial de référence. Le but de cette étape est donc de mesurer la perte de fonctionnalité enregistrée dans le centre urbain, en termes d'efficacité des services offerts: la SUM ex ante, alors, est le point de départ pour définir ou redéfinir la vision de guide de la communauté établie.

### **Analyse de la structure fonctionnelle urbaine**

La répartition des fonctions présentes avant le tremblement de terre a été signalé dans la cartographie en regroupant les bâtiments en catégories d'activités qui incluent: des bâtiments résidentiels, commerciales, publiques, d'autres types d'espaces ouverts, etc. On a également identifié les bâtiments qui, pour présence fonctionnelle, présentent particulières points critiques, tels que ceux avec un mélange d'habitation - commercial (restaurants, bars, pub, salon de coiffure, supermarché, hôtel et B & B), diffusés dans la ville de façon assez égale. De même on a mis en évidence les lieux de culte (églises de San Felice, San Giuliano et de la Visitazione), les bâtiments d'intérêt historique et architectural, liés ou non.

Selon la division de la municipalité de Poggio Pienze en Unités Territoriales caractérisées par des conditions homogènes de vulnérabilité, il a été possible d'observer la correspondance entre les caractères de vulnérabilité et la présence de fonctions: elles se concentrent principalement dans les Unités 4, 7 et 8, et caractérisés par une amplification moyenne sismique ( $FA = 1,7$ ) et par une moyenne-haute vulnérabilité générale en termes de types de bâtiment, caractères de construction et, bien sûr, fonctionnels. La UT 8 coïncide avec la partie de la colline dans la vieille ville (Via Umberto I) et ici il y a la plus forte concentration de fonctions non-résidentielle ni commerciales, tandis que la 7 est configuré plutôt comme concentration de services (écoles, les installations sportives et religieuses). L'espace intérieur à les UT 8 et 4 a une zone très vulnérable à cause de un saut morphologique significatif (CD5).

Moins importante est la répartition fonctionnelle du noyau de Castello, bien qu'il représente une partie importante de l'ensemble urbain pour le rôle qu'il a à définir l'identité historique de la ville et pour la présence de certains édifices historiques (palais historiques, la maison et les murs du château médiéval, en plus de tous les édifices religieux) et elle coïncide avec la UT 6. Cette UT est aussi celle qui a une forte amplification sismique ( $F = 2,2$ ) et un degré élevé de vulnérabilité sismique pour ses caractères de construction et pour la présence de cavités souterraines.

De même dans la UT 5, situé en aval de la zone de plus grande concentration d'équipements publics (UT 7), il existe une vulnérabilité due à la présence de certains bâtiments d'intérêt historique et architectural, en particulier de une zone de amplification sismique maximale, la plus élevée ( $F = 2, 5$ ).

Dans la UT 4, la zone immédiatement en aval de Via Umberto I, se concentrent davantage les services, les installations sportives qui comprennent le terrain de football, le tennis et le terrain des boules. Ceux-ci donnent sur un espace vert important équipée, la Place S. Massonio ; d'autres espaces avec les mêmes caractéristiques se trouvent dans une zone au sud de l'habitat dans une zone avec une vulnérabilité moyenne  $FA = 1,7$  à  $1,8$ .

Dans la U.T. 1 il y a des fonctions, pour la présence des certaines activités productives, presque exclusivement concentrée dans la zone industrielle.

Un rôle important dans la définition de la vulnérabilité urbaine est couvert par les systèmes à réseau qui permettent le fonctionnement 'à système' du village et déterminent la mineure ou majeure *résilience* du centre habité. Pour identifier les éléments fonctionnels les plus vulnérables, on a signalé dans la planimétrie (et par rapport aux UT) les chemins de lignes électriques (constitués principalement de câbles aériens) et du réseau hydrique. Le méthanoduc, qui arrive à la canalisation principale située le long de la vallée du bas Aterno, remonte jusqu'au village le long de la Via Piedi Le Vigne, mais n'a pas été possible de trouver des informations sur le réseau interne à la ville.

Des observations similaires ont été menées pour le système de la mobilité, pour lequel on a divisé les voies en fonction de leur importance à l'échelle urbaine et territoriale. Les principales routes territoriales sont la SS 17 qui se trouve dans les UT 9 et 11, et la route régionale Subequana dans la UT 2. Dans les limites municipales sont identifiées les grands axes routiers urbains (comme Viale della Repubblica, Via B. Croce, Via Piedi Le Vigne, Via Matteotti) et les voies secondaires. Les premiers forment une bague de connexion qui entoure le village, en créant dans une certaine mesure le point d'attaque sur le réseau routier urbain, avec ses nœuds d'entrée, à partir desquels on peut mesurer l'accessibilité aux différentes fonctions ici présentes. Les intersections entre les parcours territoriaux et urbains principaux, représentent les grands nœuds urbains du système de la mobilité, mais plus généralement du système fonctionnel, car elles permettent l'accès au village par un plus grand cadre de référence, tandis que les intersections entre les parcours urbains secondaires identifient nœuds de deuxième niveau, qui, dans certains cas, peuvent être identifiés comme routes alternatives.

La bague de connexion est intégrée par Via Matteotti, axe transversal qui relie l'anneau du nord au sud. Diffusés à l'intérieur de la ville sont les zones de stationnement.

Les routes dans la vieille ville ont été classées sur la base du rôle hiérarchique (type de viabilité, relation avec les édifices, le nombre de zones et de fonctions connectées) en soulignant l'importance des parcours (principaux, secondaires) des petites places, de la répartition des espaces entre les différents tissus et des points d'accès aux deux centres.

Par la lecture du tissu urbain, émerge une tortuosité des parcours et la présence de sauts de niveau fréquents et d'obstacles à la mobilité transversale (soit perpendiculaire aux parcours principaux) déterminée soit par le manque de voies de liaison entre les routes principales, soit par la présence de changements de rythme et de direction des routes secondaires et aussi par la présence d'obstacles (rampes, murs, escaliers). Cela est particulièrement évident dans la UT 6, Castello, mais il est également présente dans certaines parties de la Via Umberto I.

Toujours dans le domaine de la mobilité, la commune de Poggio Picenze est affectée par un tronçon du chemin de fer reliant le domaine de l'Aquila avec la Vallée Peligna. La ligne de chemin de fer se trouve dans la UT 2 caractérisée par une vulnérabilité très faible.

Dans le système des espaces ouverts on a identifié les espaces facilement accessibles, répartis à l'intérieur du centre habité ; les cours intérieures, et les espaces fermés sur trois côtés sur quatre. Les zones libres sont dans tous les UT et s'étendent vers les centres historiques, en pénétrant dans certaines parties de l'habitat: même si elles sont un élément important pour la mise en œuvre des zones de collecte ou des itinéraires d'évacuation, il faut faire un projet de mise à système et de réduction de certaines contraintes sur la mobilité pour une évacuation plus rapide possible du tissu urbain plus compact. Dans la cartographie de la structure urbaine ante tremblement de terre, on a mis en évidence les zones d'enclave soit ensemencées soit pas cultivées.

Dans les zones marginales sont identifiés les zones cultivées, les terres boisées et d'autres caractérisées par forts sauts morphologiques, qui sont des traces encore visibles des cours d'eau qui, dans de nombreux endroits, traversent le territoire.

# Légende

- |  |                      |  |                     |
|--|----------------------|--|---------------------|
|  | Unités territoriales |  | Cabines électriques |
|  | Group de maisons     |  | Réseau électrique   |
|  | Bâtiments critiques  |  | Central Méthane     |
|  | Parcours piéton      |  | Méthanoduc          |
|  | M.A.P.               |  | Réseau hydrique     |
|  |                      |  | Réservoirs eau      |

## Système Stratégique pour fonction

- Bâtiments, Routes, Places Ouvertes, Noeuds des infrast.
- Noeuds stratégiques

## Système Stratégique pour urgence

- Rue de raccordement extra-urbain
- Rue de fuite principale
- Rue de fuite secondaire

## Liaisons entre points stratégiques

- Noeuds stratégiques
- Bâtiments stratégiques
- zones de récolte
- Zones d'accueil et refuge de la population
- Compartiments d'intervention pour sûreté des liaisons entre les points stratégiques

## Système de mobilité

- Rues 5 fonctions
- Rues 4 fonctions
- Rues 3 fonctions
- Rues 2 fonctions
- Rues 1 fonctions

## Système administratif

- Bâtiments
- Places ouvertes
- Rues principales
- Rues secondaires
- Noeuds

## Système commercial

- Bâtiments
- Places ouvertes
- Rue 4 activités
- Rue 3 activités
- Rue 2 activités
- Rue 1 activités
- Noeuds

## Système historique architectural

- Bâtiments
- Places ouvertes
- Rues 2 ou plus présences
- Rues 1 présence
- Noeuds

## Système artisan/productif

- Bâtiments
- Places ouvertes
- Rues 2 ou plus activités
- Rues 1 activités
- Noeuds

## Système services

- Bâtiments
- Places ouvertes
- Rues 2 ou plus présences
- Rues de soutien
- Noeuds

## Système des sites liées à l'identité

- Bâtiments
- Places ouvertes
- Rues principales
- Rues secondaires
- Noeuds

## Système de réseaux

- Rues
- Noeuds

BÂTIMENTS / CRITIQUES 1. école primaire 1 Silone, 2. St. Biagio 7 Centre de loisirs des enfants, 3. Salle de conférence / ambulatorio, 4. école maternelle, 5. école primaire, 6. logements sociaux de via T. L. Largo de Perini, 8. Hotel de ville, 9. Mercato, 10. B&B, 11. Hotel, 12. B&B, 13. Agriturismo, 14. Restaurant, 15. Restaurant P.M.U., 16. P.M.U., 17. Mercato, 18. Barone Pirelli, 19. Fabbr. Scudaleno, 20. Eglise S Felice Martir, 21. B&B, 22. Eglise Visitazione, 23. Industrie travasi metallo, 24. Industrie EDNO, 25-26-27. Industrie: manufatt. de construction, 28. Manufatt. de industrie: production ottocento, 29. Garage automobile, 30. Fattoria, 31. Manufatt. de industrie: Centre de radioterapia, 32. Centre esthetic, 33. Fabbrica de bronzo, 37. Industrie: travasi metallo, 38-39. Caffetteria, 40. Cantinierie.

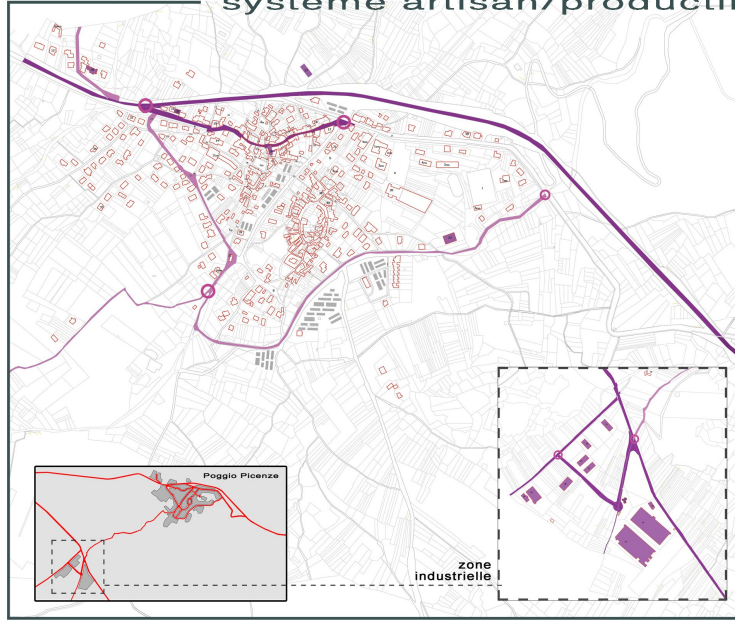
NOEUD: Noeud fiche bâtiment stratégique;urgence; manuf. relief fiche bâtiment unique;

ZONES RECOLTE-ACCUEIL: a. Place S. Massimiliano, b. Place du Comune, c. Largo del Focci, d. Largo Perini, e. Rue Umbraio, f. Largo del Popolo, g. B. R. Europa, l. Rue S. Petrone

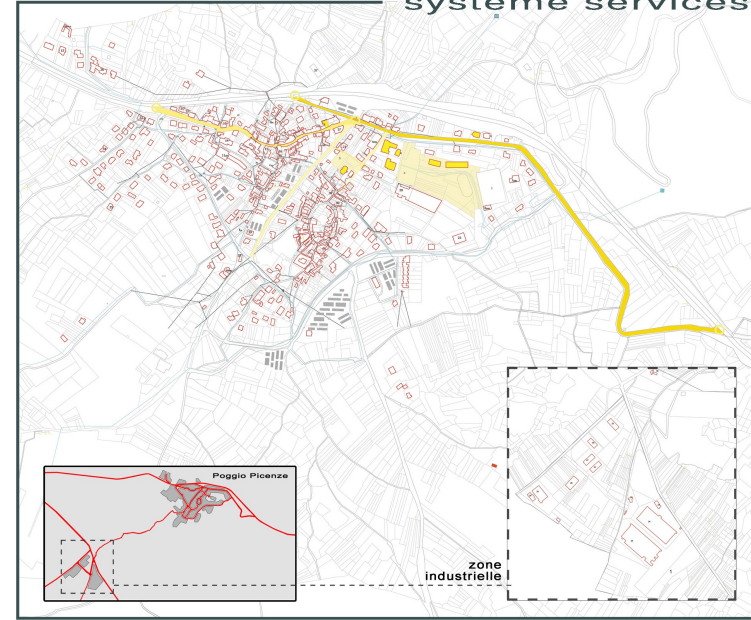
scala grafica



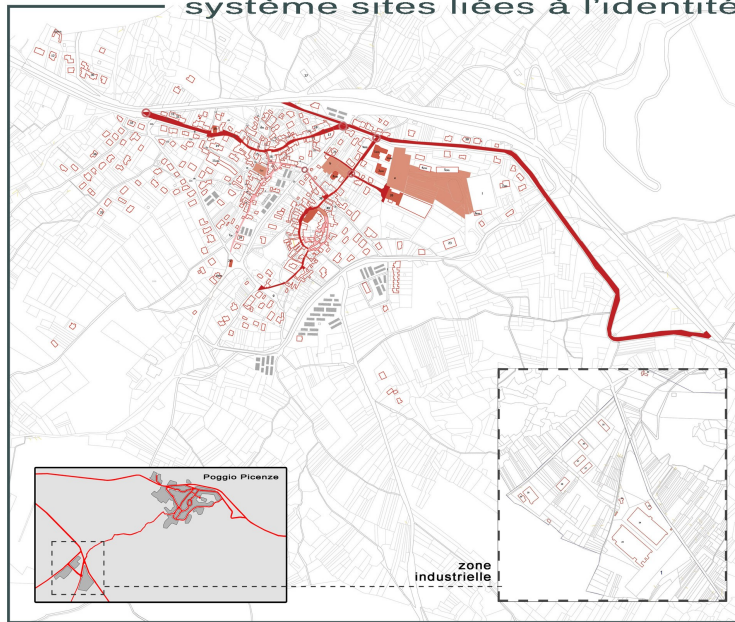
## système artisan/productif



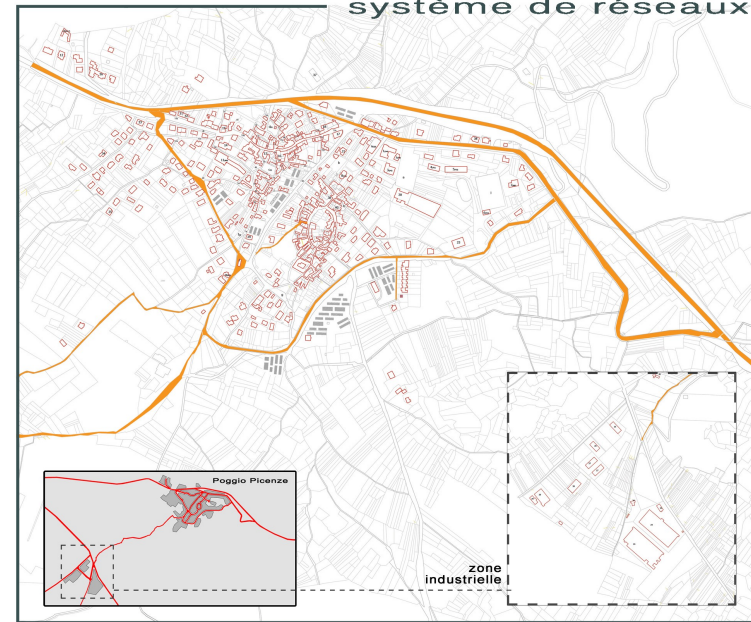
## système services



## système sites liées à l'identité



## système de réseaux



## ***Éléments critiques de la SUM: analyse de l'état avant le séisme***

La deuxième phase de l'étude a conduit à identifier la *structure urbaine minimale* (SUM) avant le tremblement de terre de 2009. Comme mentionné précédemment, l'objectif de cette phase est d'identifier le point de départ pour la création d'une politique de prévention du risque sismique qui soit 'stratégique'. C'est en partant de la SUM, ainsi identifiés, en effet, que la communauté urbaine (administrateurs, urbanistes, associations urbaines, des groupes organisés de citoyens, etc.) devra construire sa propre vision de l'avenir (l'idée de développement) et la vérifier à travers la SUM dans son évolution. Cette phase est toujours en cours.

La représentation initiale de la SUM, exprimée à travers des progressifs approfondissements et ultérieures informations, vient de la superposition du système stratégique par fonction et du système stratégique par les urgence, en passant du simple édifice jusque à l'agrégat urbain. Sont également inclus dans les composantes de la SUM les 'bâtiments sensibles', des endroits avec des conditions spéciales de la surpopulation.

La définition de la SUM avant 2009 comportait l'utilisation de matériaux d'analyse décrites ci-dessus et, en particulier, des fiches de relevé élaborées pour l'ensemble du centre historique. À travers les trois types de fiches et en utilisant des documents iconographiques disponibles dans les web (il existe une documentation photographique complète, antérieures à 2009, de la ville, réalisé grâce à Google Street View ) a permis d'analyser la relation entre bâtiments - routes - espaces ouverts - nœuds. De la lecture conjointe de la répartition territoriale des édifices (compte tenu des caractéristiques de construction, historiques-architecturales et de leurs valeurs artistiques - documentaire) et des différentes fonctions qu'ils accueillent, on a pu identifier une hiérarchie des composants de l'ensemble urbain: la superposition de tous les systèmes fonctionnels à travers l'évaluation de la permanence et de la coexistence des édifices dans plusieurs systèmes, a permis de formuler une hypothèse d'un système stratégique par fonctions.

L'examen, mené sur une base expérimentale avec un simple tableau de la coexistence (tableau Microsoft Excel), a considéré soit les systèmes fonctionnels déjà utilisés pour *l'évaluation de la vulnérabilité urbaine* qui vise à la caractérisation des Unités Territoriales (résidentiel, production, administration, commerce, services, patrimoine culturel, etc.) soit l'interaction avec les réseaux et la participation à la construction de lieux de l'identité.

Pour plus de clarté, on décrit lecture effectuée par systèmes fonctionnels, successivement regroupés à travers la technique de l' *overlay mapping*.

La première couche est l'information sur les bâtiments qui servent de l'administration et du service. Le bâtiment administratif plus importante (et le seul) dans le centre historique est l' Hôtel de Ville qui donne sur un espace ouvert et vert, Piazza del Municipio. Les routes affectées par la présence de l' Hotel de Ville, sont Via Miconi de manière directe, et Viale Matteotti et Via Roma en deuxième position en tant que subordonné à la première ; l'accessibilité à l'édifice est relié à la fonctionnalité des nœuds infrastructurels générés par les croisements entre Via Roma - Via Miconi et Viale Matteotti - Via Miconi.

Les système services comprends les bâtiments qui se trouvent à coté du système administratif de au sens strict (bâtiments scolaires, le bureau de Poste et la pharmacie) pour la plupart situés dans le périmètre de la UT 7. Les voies d'accès à ceux-ci, classés en fonction du nombre de services sur chacun d'eux, sont via Roma et via della Repubblica concernant l' UT 7, et Via Umberto I, pour la UT 8. On a également identifié tous les espaces ouverts à l'appui de cette fonction. L'accessibilité entre les points stratégiques est garantie (en considérant le chemin le plus court) par les nœuds générés par les croisements de via della République avec de Via Umberto I, à l'ouest et à l'est avec la Via Matteotti. Par ailleurs, l'accès peut être garanti par le nœud à l'intersection de Via Piedi Le Vigne et via Matteotti.

Le système commercial est composé de toutes les activités présentes dans toute la ville et intéressées par plusieurs parcours. Ceux-ci ont été identifiés et ils se distinguent par la différente classification en fonction du nombre d'activités commerciales insistant sur la même voie. Encore une fois, un rôle important est attribué au triangle de Via Matteotti, via Piedi Le Vigne et Via Umberto I, lié aux nœuds de via della République et de la SS. 17. Certaines activités (mécanique, esthéticienne, centre de réadaptation, et certains de B&B) sont en dehors du centre ville et situés principalement dans des bâtiments en béton.

Le système de production est formé à la fois par les activités de production que par celles artisanales ; de rares cas, sont internes au village (le laboratoire de boulangerie et pâtisseries, un forgeron et une activité liée à la transformation des métaux). D'autres sont confinés à sud, dans la zone industrielle encadrée dans la UT 1. On montre les chemins nécessaires à la fonction, comme via Piedi Le Vigne qui est le seul lien entre la UT 1 et le bourg.

Le système d'édifices d'intérêt historique et architectural, souligne les rues et les espaces qui les représentent et qui peuvent être considérées comme leur pertinence directe. Les parcours sont toujours séparés en vue de mettre en évidence ceux où ils sont concentrés la plupart de sites intéressants, à travers une représentation graphique qui utilise des nombres et des couleurs.

Parmi les bâtiments d'importance historique est évident, en particulier, le système d'édifices religieux (églises de S. Giuliano, la Visitazione et Saint-Felice Martire), des bâtiments historiques réutilisés pour des fonctions civiques (bibliothèque, centre de loisirs pour enfants) et certains Palais.

La distribution territoriale de réseaux d'infrastructures, dans une certaine mesure, renforce le rôle stratégique de certaines routes le long lesquelles sont présentes importants éléments (centraux électriques, cabines de la distribution de gaz, les centraux téléphoniques), et sur lesquelles se trouvent les conduits du réseau hydrique provenant directement de le réservoir à eau situé à Nord de la SS 17. En raison du manque d'informations sur le réseau électrique, on a pu relever seulement la ligne aérienne et non les canaux souterrains, où l'accès à l'information a été refusée par le gestionnaire.

Les parcours à réseau ont un seul degré de chevauchement: sont très importantes rues comme Via Piedi Le Vigne , à travers laquelle le réseau d'eau se relie à la zone industrielle, en outre il y a une central de gaz méthane, qui est la connexion avec le méthanoduc qui traverse la Vallée de l'Aterno, auquel la vieille ville et la ville voisine de Pienze sont liées. Le nœud le plus important est celui sur Viale della République où il y a un point d'accès important pour tout le réseau hydrique de la ville.



Comme déjà dit, pour définir la SUM il est important signaler les lieux identitaires, symboles des valeurs communautaires et un moyen d'auto-reconnaissance de la communauté. Il s'agit d'édifices ou d'espaces visuels qui, d'une certaine façon, résumant l'histoire et la tradition du lieu, et qui sont le résultat de la sédimentation de certains événements historiques. Ils sont perçus par la population locale comme l'image de leur territoire. Forte identification se produit, dans le cas de Poggio Picenze, avec les bâtiments scolaires construits après les années trente, réalisés sur le site des structures en bois qui furent placés ici après le tremblement de terre en 1915 de la Marsica, et puis remplacées par des bâtiments en maçonnerie. Ou encore, les espaces de la place S. Massonio qui, même après les différentes fonctions, (comme terrain de foot et aire du village) c'est toujours un lieu de rassemblement pour la plupart des gens de tout le groupe d'âge. Les églises, lieux de culte mais aussi des endroits indiqués comme porteuses de une forte identification, ainsi que les espaces et les rues qui les servent.

Tout aussi importantes sont les rues et les espaces des deux noyaux du centre historique, auxquels les habitants sont attachés. Par exemple à Via Umberto I, dans la UT 4, jusqu'à il ya quelques décennies, se concentrait la plupart des habitants, à l'ouest du fossé Campanaro (maintenant Via Matteotti). De même, Via Roma, dans le quartier Castello : en lisant le tracé de la ex-SS 17, on voit que elle se connectait à la vieille ville dans la U.T. 6, pour sortir sur Via del Codacchio, parcours à partir duquel on identifie toute la partie sud de ce centre. Les nœuds d'infrastructure, par conséquent, résultant identifiés comme des éléments dans lesquels la population s'identifie spontanément, en les considérant importants et représentatifs. Une certaine importance ont aussi les routes secondaires, telles que les zones autour du château et la connexion entre les deux villes, un temps appelé 'pont Ferretti', qui connectait via del Selciato e via Ferretti, pour arriver ensuite prendre Via Piedi di Terra, laquelle est lié au sud avec l'Église de la Visitazione.

Le chevauchement des parcours sur lesquels sont menées plusieurs fonctions, est synthétisée par le système de la mobilité pour lequel on a analysé les parcours en fonction du nombre de services ici présents. La catégorie la plus élevée est représentée par Via Umberto I, la Via Roma et la Via della Repubblica, puis à suivre avec moins de fonctions, Via Matteotti, Via Piedi Le Vigne et via Miconi. Certaines fonctions sont desservis par S.S. 17 et ainsi de suite, Via Codacchio, Via B. Croce Road, via della Chiesa e via del Fossato.

Un *deuxième niveau d'analyse* a porté sur le système stratégique dans une situation d'urgence. Appartient à cet aspect les voies d'évacuation (en distinguant entre celles qui permettent également une plus grande mobilité de voiture reliant le périmètre de la ville et celles de tissu urbain dense), les zones de collecte situés dans différentes parties du territoire, la zone de réception de la population où, en cas d'urgence, il sera possible configurer un champ de première urgence, en identifiant aussi les bâtiments qui peuvent jouer un rôle stratégique dans cette situation. Ces derniers ont été identifiés avec un numéro (entre parenthèses) qui se réfère aux fiches élaborées sur les bâtiments individuels, et on se réfère aussi aux fiches des bâtiments stratégiques. Il s'agit, dans la plupart de cas, des bâtiments publics tels que les écoles construites sur la place S. Massonio, le complexe scolaire préexistant, l'Hotel de Ville, qui doit conserver sa fonction, en devenant un centre opérationnel, mais qui comprend aussi les bâtiments privés comme les hôtels, les pensions, les B & B, gîte de tourisme et la structure du terrain de boules, proche à la zone de réception. Même dans ce cas ont a identifiés les parcours reliant les différents bâtiments stratégiques, les plus sûrs et les plus courts .

L'ensemble de considérations a conduit à une première hypothèse de SUM et de possibles secteurs d'intervention (publics, privés et mixtes). Il s'agit, bien sûr, d'une évaluation basée uniquement sur l'analyse de la structure existante avant le tremblement de terre et, par conséquent, aujourd'hui pas actuelle. Ce qui importe, cependant, est la définition d'un schéma d'arrangement préexistant, duquel commencer. Il est bien évident que si, comme il ressort des premiers entretiens menés avec l'administration locale, et avec certaines associations de citoyens, l'idée de développement du centre urbain changera le poids de l'ensemble urbain (et, avec eux, l'exposition et, finalement, la vulnérabilité des différentes UT), les évaluations concertantes l'arrangement devront être réexaminés et, avec elles, on arrivera à des nouvelles configurations spatiales et, par conséquent, vers des nouvelles priorités pour la sécurité de l'ensemble urbain.

# Légende

- UTn Unités territoriales
- G Group de maisons
- B Bâtiments critiques
- P Parcours piéton
- M.A.P.
- C Cabines électriques
- R Réseau électrique
- M Central Méthane
- M Méthanoduc
- R Réseau hydrique
- R Réservoirs eau

## Système Stratégique pour fonction

- B Bâtiments, Routes, Places Ouvertes, Noeuds des infrast.
- N Noeuds stratégiques

## Système Stratégique pour urgence

- R Rue de raccordement extra-urbain
- R Rue de fuite principale
- R Rue de fuite secondaire
- L Liaisons entre points stratégiques
- N Noeuds stratégiques
- B Bâtiments stratégiques
- Z zones de récolte
- Z Zones d'accueil et refuge de la population
- C Compartiments d'intervention pour sûreté des liaisons entre les points stratégiques

## SYSTÈME DE TRAITEMENT DE TABLE POUR LA FONCTION STRATÉGIQUE

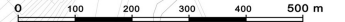
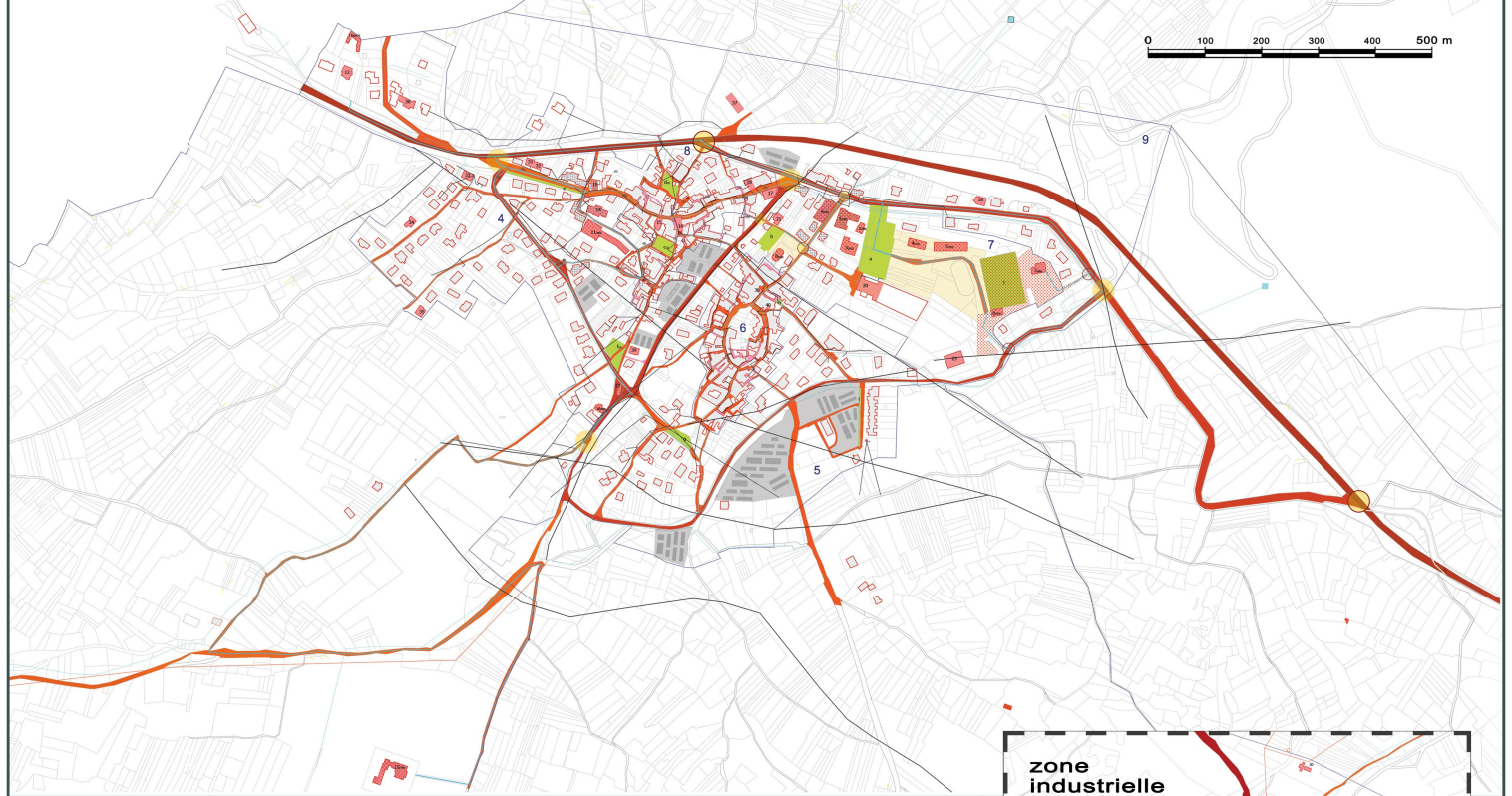
BÂTIMENTS	SERVICES	COMMERCE	BIENS CULTURELS	ADMINISTR.	PRODUCTIF/ARTISANAL	LEUVE D'IDENTITÉ
Commune	•			•		•
Eglise San Felice			•			•
Eglise San Giuliano			•			•
Eglise Visitazione			•			•
École	•					•

PLACES OUVERTES	SERVICES	COMMERCE	BIENS CULTURELS	ADMINISTR.	PRODUCTIF/ARTISANAL	LEUVE D'IDENTITÉ
Piazza Salvatore	•					•
Piazza Massonio		•	•			•
Piazza della Chiesa						•
Piazza del Comune	•	•	•	•		•
Largo del Fiori		•				•

VIABILITÉ	SERVICES	COMMERCE	BIENS CULTURELS	ADMINISTR.	PRODUCTIF/ARTISANAL	LEUVE D'IDENTITÉ	RESEAU
Via Umberto I	•	•	•		•	•	
Via Cavour							•
Via Roma		•	•				
Via Mazzini		•	•				
Via Verdi							•
Via della Repubblica	•	•	•				
Via S. Croce		•					•
S.S. 17		•					•
Via Mattei	•	•	•	•			
Via della Chiesa							•

NOEUDS STRUC.	SERVICES	COMMERCE	BIENS CULTURELS	ADMINISTR.	PRODUCTIF/ARTISANAL	LEUVE D'IDENTITÉ	RESEAU
Via Umberto I et S.S. 17	•	•	•		•	•	
Place S.S. 17	•	•	•				•
Via Roma et Via Mattei	•	•	•	•			
Via Mattei et Via Mazzini	•	•	•				
Via Mattei et Via S. Croce	•	•	•				
Via S. Croce et S.S. 17	•	•	•				
Via S. Croce et Via Mattei	•	•	•				

# composants structure urbaine stratégique (S.U.M.)

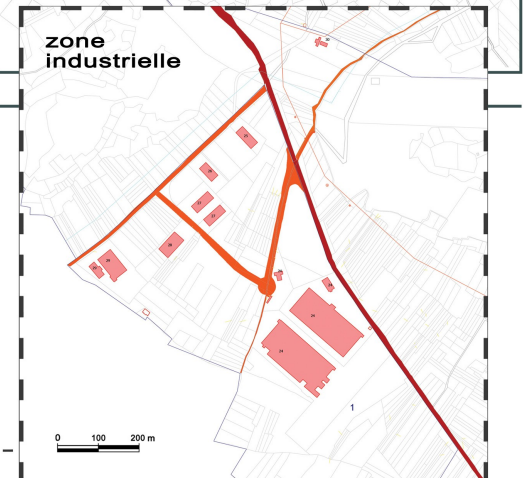
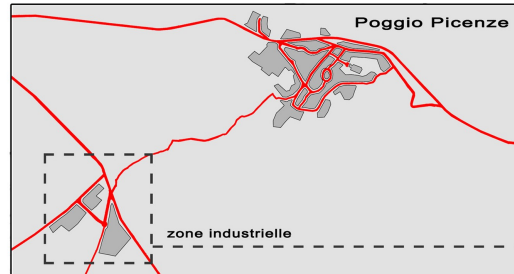


## LÉGENDE DES BÂTIMENTS CRITIQUES

BÂTIMENTS : CRITIQUES 1. école primaire I.Silone, 2. bibliothèque / Centre de loisirs des enfants, 3. Salle de conférence / ambulatorio, 4. école maternelle , 5. école primaire, 6. Vestiaires champ de jeu , 7. champ de boules, 8. Hôtel de Ville, 9. Pension, 10. B&B, 11. Hôtel, 12. B&B, 13. Agriturismo, 14. Restaurant, 15. Restaurant /Pia, 16. Four, 17. Minimarket, 18. Bureau Postal, 19. Église S. Giuliano, 20. Église S. Felice Martyr, 21. Bar, 22. Église Visitazione, 23. Industrie: travail métaux, 24. Industrie: EDIMO, 25. 26. 27. Industrie: matériaux de construction, 28. Pépinière, 29. Industrie: production chocolat, 30. Pension animaux, 31. Minimarket, 32. Forgeron, 33. Mécanicien, 34. Centre de réadaptation, 35. Centre esthétique, 36. Fabrique de tricots, 37. Industrie: travail marbres, 38. 39. Coffreux, 40. Cordonnier.

N(m): N=n° fiche bâtiment stratégique urgence; m=n° relief fiche bâtiment unique;

ZONES RÉCOLTE-ACCUEIL a. Place S.Massonio, b. Place du Comune, c. Largo de Fiori, d. Largo Paret, e. Rue Umberto I, f. Largo del Popolo, g. B.r.d Europa, i. Rue S.Pertini



# ***Guendalina Salimei-Christiano Lepratti***

Collaborateur: Mario Ferrari, Alessandra Deberardis

## **MICRO INTRODUCTION ET ILLUSTRATION DU PROCESSUS METHODOLOGIQUE**

La réflexion de la architecture contemporaine sur les thèmes méthodologiques et sur le thème de la reconstruction, et des réhabilitations des zones vulnérables touchées par des graves événements sismiques, sont souvent immobilisés à cause des administrations locales et des parties politiques.

Encore plus complexe est la évaluation et la recherche de solutions qui conjuguent la valeur historique, culturelle et architecturale d'un lieu, avec l'exigence de adapter les nouvelles interventions aux techniques d' épargne énergétique, et de créer un nouveau rapport avec les énergies alternatives et, enfin de stimuler l'application des protocoles internationaux en matière d'énergies durables.

La loi italienne impose des normatives sur les énergies renouvelables de façon que tous les bâtiments produisent un pourcentage de énergie. Les modifications qui se produiront à partir de cette indispensable interaction entre technologie et architecture, seront substantielles et ils feront partie du processus typologique. Le travail interdisciplinaire qui s'impose aux choix de l'architecte, en se basant sur les réflexions décrites, est à la base du processus méthodologique de cette recherche scientifique qui a comme objet la durabilité du territoire, la qualité des bâtiments, la durabilité énergétique dans les zones à risque sismique. Les deux phases, celle de la Grande Echelle-MACRO (étude du territoire, définition du périmètre de l'intervention, identifications des nœuds de polarité) et celle de l'Habitat intermédiaire- MESO (structure urbaine minime)seront inter connexes entre elles de manière de arriver à une définition d' un modèle de interventions dans les zones à haute vulnérabilité territoriale.

La particulière condition dans la quelle la ville de L'Aquila et sa province se sont trouvées après le grave événement sismique offre une occasion importante : enquêter le rapport entre la résidence et les possibles intégrations/modifications pour arriver à des techniques d'intervention applicables aux « habitations intermédiaires ». L'objectif est celui de vérifier la possibilité de faire des interventions de intégration durable à utiliser dans des contextes différents et, après, étudier ses interactions par rapport aux typologies résidentielles impliquées dans le processus de transformation.

On va procéder à travers la construction de trois classifications autonomes pour trois catégories d'intervention, et donc trois stratégies de application. L'interaction de ces systèmes classificateurs amènera à la construction d'une « matrice de la modification typologique » qui identifiera des façons d'intervention visés aux cas d'étude individués dans le territoire de L'Aquila.

## ■ La construction de la « matrice de modification typologique » 1

La phase initiale se caractérise par la construction d'une méthode de classifications des milieux d'intervention. Il est nécessaire d'identifier des niveaux d'action différents et de déléguer à ceux-ci une série de thèmes appropriés. Un des objectifs fondamentaux s'inscrit dans l'œuvre de classification des techniques d'épargne énergétique déjà existantes. En plus la recherche s'engage pour un but plus avancé, celui de créer un catalogue d'éléments dont l'utilisation n'est pas diffusée et inédite dans le domaine du bâtiment.

L'approche du projet privilège deux façons qui ont des claires implications extra disciplinaires et qui impliquent des modèles publics et privés de comportement avec une critique implicite du modèle de développement de la croissance illimitée. Solidarité contre individualité. Faible technologie contre haute technologie. Il s'agit des catégories très générales et plutôt inégales. Les notes ci-dessous montrent comment ces choix ne sont pas le résultat d'*a priori* idéologiques, mais plutôt le résultat d'une approche utilitaire et pragmatique.

### **Solaire**

Le soleil et les techniques d'accumulation modernes prévoient des systèmes technologiques actifs au silicium qui se distinguent entre collecteurs solaires, panneaux photovoltaïques et panneaux solaires thermiques.

En Italie l'utilisation de l'énergie solaire fait partie des dispositions ministérielles sur la consommation obligatoire de 55% des énergies renouvelables dans les systèmes de chauffage de nouvelle technologie. Cette donnée est très utile soit comme contribution au projet soit pour la nécessité de réduire l'utilisation des technologies non compatibles sur les zones à risque sismique. Le rapport avec le soleil a été toujours de première importance pour le projet architectural et il a enrichi de manière très importante la culture du projet: brise soleil, orientation des bâtiments, systèmes de filtrage de la lumière, l'accumulation thermique des matériaux. Le but de la reconstruction est celle de récupérer des stratégies d'intervention qui donnent garantie de valorisation et qualité du patrimoine architectural existant.

### **Orientation**

Les choix distributives liés à la mise en place et à l'organisation des pièces de la maison par rapport aux caractéristiques de confort font partie du processus de la genèse des types architectoniques dans le temps. Ces choix peuvent contribuer à l'économie énergétique. Le choix de la variation des températures en relation de l'utilisation des locaux, de l'organiser les pièces au rayonnement et à la ventilation naturelle a un impact significatif sur le confort thermique et les économies d'énergie.

### **Ventilation**

La ventilation naturelle, si elle est garantie de manière opportune, permet de renoncer à des systèmes de réfrigération de l'air et de circulation forcée qui prévoient l'utilisation de technologies à haute consommation énergétique et environnementale.

### **Illumination**

Comme pour la ventilation, aussi l'illumination naturelle donne une contribution importante à l'économie des coûts de gestion. La juste proportion entre les espaces et leur exposition contribuent à empêcher la création de zones d'ombres et à assurer le maximum du confort visuel.

### **Isolation**

Les valeurs de transmission thermique sont devenues des indicateurs importants pour les choix des matériaux dans le projet. Le problème des matériaux d'isolation industriels contribue sensiblement à rendre pire l'élimination (la vie moyenne d'une paroi isolée avec polyuréthane expansé est de 30 ans environ). Il faut choisir des matériaux traditionnellement capables d'un haut degré d'accumulation basé sur des valeurs élevées d'inertie thermique.

### **Autarchie Énergétique**

Il faudrait fixer l'objectif de toutes les interventions de "réhabilitation" énergétique après l'expérience de Bed Zed, sur l'indépendance énergétique. Cela doit être rejointe par la synergie des paramètres inégaux qui assurent l'économie énergétique.

## La construction de la « matrice de modification typologique » 2

### Recyclage des matériaux

L'utilisation des matériaux locaux et réutilisables à travers des procès à basse impact sont des choix de projet qui ne doivent pas manquer.

### Rapports entre voisins

La solidarité, la capacité de s'aider les uns les autres, la protection sociale et les plusieurs formes de constitution sans compter les idéologies contribuent au fonctionnement, à sauvegarder et à maintenir les habitations collectives avec des implications positives sur les coûts sociaux de l'habité.

### Proximité physique.

La proximité physique des nœuds habités en contraposition au modèle diffusé apporte des évidents avantages de l'économicité des distances et de l'impact sur le sol. C'est évident aussi que la proximité physique comme modèle de établissement urbain apporte qualité au principe de la communauté.

### Promotion du commerce local

La grille de distribution des produits au détail en contraposition aux systèmes des grandes Intermarché déplacés sur le territoire, la réduction des temps et des ressources pour les transports, le renforcement des rapports sociaux dans la quotidienneté des achats

### Stratégies typologiques

Si on interprète le type architectural comme modèle sélectionné au cours du temps selon des modes darwinistes de adaptation aux conditions contextuelles qui appartiennent au domaine sociale, économique, technologique et environnemental, en ce cas l'architecture ne peut pas ignorer l'analyse des caractéristiques générés par l'adaptation aux conditions climatiques et environnementales.

Les solutions *low tech* telles que l'épaisseur des murs, et distributives comme l'organisation du plan des bâtiments à « oignon » qui prévoit des zones plus ou moins chauffées, et au moins l'orientation, sont les solutions les plus profondément ancrées dans le contexte spécifique et d'un point de vue énergétique, économique et culturel, ils sont les plus durables.

### Stratégies morphologiques

Il est maintenant clair que la solution des problèmes de consommation et durabilité ne peut pas être limitée à l'architecture, mais doit assumer une approche systématique depuis la planification.

Si, par exemple il faut isoler des maisons unifamiliales en suivant le modèle de établissement diffusé avec sa immodérée utilisation du territoire, les consommations, les émissions produites par la nécessité de couvrir des distances, le rapport coûts –avantages du modèle individualiste de l'habitation, se révèlent très dangereuses.

Le problème de la mobilité individuelle, la remise à plat des systèmes d'infrastructures, les systèmes routières, les achats et la distribution, les réseaux intelligents (*smart grids*), sont les aspects avec lesquels le projet doit se confronter.

## ■ Individuations des « Actions architectoniques » - Actions public/privé

### **Individuations des « Actions architectoniques » /thèmes de projet.**

Il s'agit des toutes les mesures architecturales nécessaires ou conséquentes à l'interaction entre les catégories énumérées ci-dessus. Ces différents aspects peuvent investir les domaines comme le rapport entre public et privé (la frontière entre le système de l'habitation et celui de l'espace public) entre l'intérieur et l'extérieur (où le volume cède la place au vide), entre les différents plans (stratification horizontale ou vertical) ou entre les fonctions (ajout de nouveaux éléments, la capacité d'adaptation en général).

### **Actions public/privé**

Existe une frontière entre espace public et privé. La perméabilité entre les deux est proportionnelle à la sinuosité du tracé. De la perméabilité dépend de la notion de durabilité qui, s'étendant aux actions public / privé, implique les éléments qui vont la composer. Les archétypaux interagissent avec les catégories d'interventions et les stratégies d'application et ils produisent une matrice variable. Une systématisation possible des 'actions d'architecture' dans la catégorie public / privé peut être l'identification, pour chaque élément, de la sensibilité par rapport aux sujets, dans le format suivant:

-Places: les places offrent un degré élevé de durabilité sociale à condition qu'elles respectent les mécanismes appropriés de composition (les fronts de commerce, piéton, etc.). Même du point de vue de l'énergie elles offrent une haute gamme des solutions.

-Routes: par rapport aux places, les routes n'offrent pas des niveaux similaires de développement durable. Cette différence découle de l'incapacité de y arrêter ou de profiter de l'espace qui les caractérise. Par conséquent l'espace de la route modifie également le degré de durabilité du point de vue sociale et énergétique mais de manière plus faible. Le donné intéressant est que tandis que pour la catégorie "places" les marges de amélioration et variation sont limités, pour la catégorie "routes" il y a une marge beaucoup plus grande. Si en effet nous ne pensons plus la route dans sa configuration connue (ligne droite avec deux bandes de stationnement), mais nous mettons en place la première «action» en annulant ou éliminant la symétrie de la présence des voitures, un certain nombre de paramètres sont modifiés: c'est le facteur social et énergétique qui augmente, mais surtout on augmente la durabilité environnementale. Poussé à l'extrême, le système se met en place quand la route tend à devenir une place.

-Jardins: les actions qui touchent la catégorie des jardins sont de nature différente. Il y a celles qui tendent à améliorer l'aspect naturel (ou naturiste) en incisant sérieusement sur la durabilité de l'environnement et celles qui travaillent sur l'intégration entre les différents éléments de la nature et les jardins (les dispositifs de stockage d'énergie de nature active ou passive) en croissant la durabilité énergétique (jardins technologiques-énergétiques). Si le jardin est public, la durabilité sociale tire un certain bénéfice.

-Jardins potagers urbains: la fonction typique des jardins urbains appartient aux catégories de la durabilité économique et sociale. Dans le cas des jardins potagers urbains privés, selon l'intégration avec l'espace de l'habitation, les jardins potagers urbaines peuvent être importants dans le domaine de la durabilité énergétique puisque ils peuvent, à travers la relation avec l'espace de l'habitation, se inter connecter passivement avec le microclimat de l'habitation.

## ■ Individuations des « Actions architectoniques » - Actions intérieur/extérieur - Actions de adaptation

### Actions intérieur/extérieur

En ce qui concerne le domaine de l'espace architectural, les actions possibles sont liées aux éléments archétypaux de la construction. Si pour la catégorie public-privé la limite dessinait la perméabilité d'un lieu, dans cette catégorie la ligne de frontière, délimite l'espace intérieur de celui extérieur, une 'seuil' dont la modification influence le changement de la durabilité.

Le bâtiment (n'importe si public ou privé) est le 'plein', les différentes actions architecturales tendent à le affaiblir. Plus il est gravé plus grande est sa durabilité.

Pour cette catégorie, on peut construire un schéma de synthèse des relations entre les catégories de la durabilité et les actions architecturales.

-Patios: les actions associées à la présence de 'vides' dans la masse architecturale introduisent des changements sociaux et énergiques. Ceux-ci peuvent être induites par les raisons suivantes:

i) Introduction d'un élément de protection (espace filtre, serre). Lorsque, pour des raisons liées à l'augmentation de la performance des bâtiments bioclimatiques, on utilise cette action, les composantes durables se maximisent. A cette augmentation ne correspondent pas des avantages similaires pour les autres catégories de la durabilité. Cette action, habituelle dans les pays nord-européens, est maintenant entré dans la habitude de l'architecture comme 'vocabulaire' des maitres d'œuvre.

ii) Modifications du microclimat. L'une des raisons pour modifier la masse du bâtiment peut s'établir dans la nécessité de sa réorganisation climatique. Pour améliorer la ventilation ou l'éclairage on peut utiliser un vide qui canalise le flux d'air et la lumière. En ce cas aussi la durabilité conséquente est énergétique, mais elle est accompagnée par une augmentation marquée de ses éléments sociaux.

iii) Changements ou modifications typologiques. La réutilisation ou la redistribution planimétrique d'un bâtiment peut conduire à la construction de patios. Souvent, cela est accompagné par l'introduction de la variation microclimatique (catégorie décrite ci-dessus), mais parfois non. Dans ce cas, en absence de durabilité énergétique, on augmente celle social et on assiste à l'introduction d'une nouvelle catégorie: la catégorie de la durabilité typologique.

-Terrasses et toits habités: tous ce qui concerne les surfaces horizontales a un très haut niveau de susceptibilité énergétique. Au cours des dernières années on a noté la croissance des systèmes photovoltaïques pour la production de électricité ou des masses thermiques mais on pense que les actions possibles soient encore nombreuses. La catégorie typologique du "toit" est différente par rapport à la catégorie des "terrasses". La première montre la fin horizontale physique d'un bâtiment, la deuxième inclue aussi d'autres étages comme verticale (les garde-corps des terrasses) ou leur position intermédiaire par rapport au volume. Les deux présentent des grandes marges de durabilité énergétique et environnementale.

### Actions de adaptation

Tant la catégorie 'public / privé' que 'intérieur / extérieur' concernent les éléments archétypaux de la composition architecturale. L'enquête sur les variations des éléments déjà connus, la catégorie de l' 'adaptabilité' étudie les actions liées à la capacité d'adaptation des éléments architecturaux à la durabilité. En supposant de maximiser les composantes de durabilité des bâtiments, quels sont les moyens que le bâtiment a pour s'adapter?

-changement du zonage de l'habitation : l'adaptabilité implique, en premier lieu, la typologie. Les variations distributives représentent au même temps modifications typologiques et énergétiques.

-addition d'éléments : la catégorie de l' 'addition' (strictement liée aux action de stratification) permet de ajouter parties nouvelles aux bâtiments.

## ■ Individuations des « Actions architectoniques » - Actions de stratification

La catégorie de la stratification qui littéralement se réfère à une disposition à couches, peut extensivement indiquer une superposition de différents ordres et facteurs, des *layers*, d'époques, de significations et d'expressions, tous éléments qui interagissent dans un espace et dans un temps dilaté.

La stratification pensée comme un système multiple de relations et d'événements - couches d'affaires, couches de réseaux et d'infrastructures et de tous les éléments dont articulée la ville contemporaine - génère la complexité spatiale, la superposition des différents ordres, et produit tensions, espaces contradictoires, changeants, qui ont la capacité d'être perçus et vécus d'une manière complètement différente.

Dans le processus de stratification il y a une forte probabilité de générer un espace *in-between*, un espace résiduel qui peut donner lieu à une configuration inhabituelle, l'espace entre les choses, habitable, espace de vie, l'espace intermédiaire, lieu de l'inattendu, lieu pour des nouveaux domaines de connaissances.

### **Façades superposées**

Le sujet de la superposition (et en particulier la création de lieux *in between*) se prête à une interprétation du terme 'durable' afin de l'appliquer au thème des façades. Ici se entrecroisent des phénomènes de glissement entre les plans de façades qui permettent d'appliquer des politiques d'épargne d'énergie. Mais la zone de superposition ne se limite pas à cela. La possibilité d'enquêter sur la "troisième dimension de la façade" introduit des éléments de recherche inédites, qui sont des conséquences intéressantes dans le domaine de la durabilité sociale et économique des bâtiments.

### **Parcours et espaces publics dans les grilles structurelles**

Soustraire masse à des cadres tridimensionnelles représente une voie supplémentaire de l'enquête à la suite de la stratification. Rechercher de nouveaux espaces publics 'verticaux' et construire un réseau de communication qui maximise la durabilité sociale est un point principal de cette action.

### **Insertion des panneaux 'thématiques' dans les *frames* structurelles**

En vertu des stratégies des applications et des catégories d'intervention étudiées précédemment, il est possible d'identifier un abaque d'éléments architecturaux qui peuvent faire de la durabilité énergétique un des points de force du bâtiment, quand ils se superposent à ce sujet. Les "panneaux" thématiques sont le résultat de la configuration de l'efficacité énergétique et ils sont insérés dans le châssis structural qui caractérise les micro-interventions de réparation.

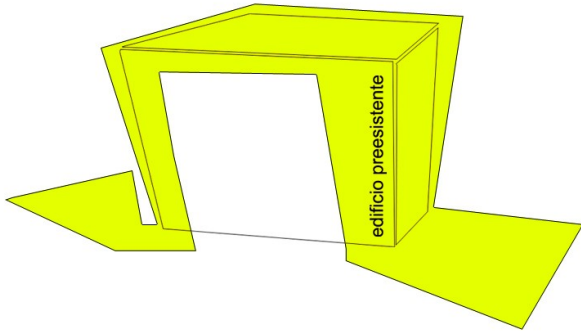
Ceux-ci modifient et contaminent formellement les architectures comme des éléments d'un changement de 'composition énergétique'.



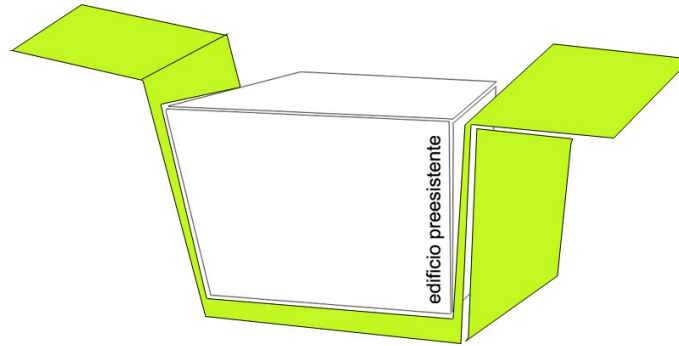


# Actions intérieur/extérieur

## superposer

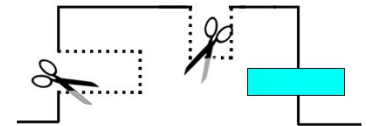
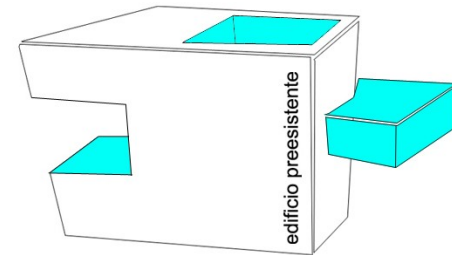


## envelopper



## soustraire / ajouter

+ 0 -



## Cas d'étude – COLLEMAGGIO

### **COLLEMAGGIO: micro interventions dans l'émergence dans le tissu consolidé.**

Le cas de Collemaggio récite une des possibles techniques d'intervention face à des tissus formellement cohérents mais non compacts comme celui du centre historique. Le lieu, choisi pour ses aspects intéressants, est l'ancien pôle hospitalier de la ville de L'Aquila. Tout d'abord il comprends les éléments typiques de la ville du début XIXème siècle (trop récent pour être considéré centre historique mais trop ancien pour le classer contemporain); ensuite il se caractérise comme un enclave: un complexe placé clairement par rapport à la ville.

Cet étude enquête sur la construction d'un tissu avec des fonctions publics qui implique au point de vue typologique et morphologique les anciens bâtiments du complexe hospitalier. L'aspect de la durabilité structurale expérimente un domaine inconnu: l'adaptabilité aux nouveaux systèmes de amortissement des ondes sismiques. En effet tout le nouveau système de sol qui lie les bâtiments existants se trouve sous une couche des plaques oscillantes. Dans le cas d'un tremblement de terre, ce toit recueille et disperse l'essaim sismique en assurant la sûreté.

Pour ce motif on peut considérer le complexe une "Structure Urbaine minime" à une échelle majeure par rapport à celle individuée dans le centre historique de Poggio Picense. Ce changement d'échelle permet de penser à Collemaggio comme une S.U.M. de moyenne échelle dédiée aux centres périphériques voisins.

L'espace public qui définit le projet est composé par trois niveaux:

**Niveau des services publics:** Ce niveau est inséré dans le nouveau sol; on a donné à cet élément la tâche de recueillir tous les fonctions publics et des services, commerces et temps libre. Grâce à sa nature de '*cretto*', il est caractérisé par une série des gravures qui forment des routes ou des places. En correspondance des attaches à terre des bâtiments existantes, ce sol artificiel s'éloigne et offre un nouveau espace.

**Niveau des espaces publics verts:** la conformation des plaques oscillantes permet, grâce à élaborations minimales, de utiliser des bassins oscillantes. Ces plaques contiennent une légère couche végétale qui sera le vrai sol du '*cretto*'. Sur cet élément se élèveront, comme des fragments, les bâtiments préexistantes et, l'absence des bassins générera à la fois des espaces publics et des espaces verts.

**Niveau des 'bâtiments-île':** la présence des anciens bâtiments hospitaliers a un nouveau valeur: les deux points illustrés ci dessus montrent que ce nouveau sol les contamine. En provient une contamination typo morphologique qui est bien illustré par les images ci jointes.

Le complexe des interventions réalisé dans le cas de Collemaggio réélabore tous les composants de la durabilité ici décrites: durabilité sociale, énergétique, typologique et structurelle.

## Collemaggio: individuation de l'aire d'intervention

Le cas de Collemaggio récite une des possibles techniques d'intervention face à des tissus formellement cohérents mais non compacts comme celui du centre historique. Le lieu, choisi pour ses aspects intéressants, est l'ancien pôle hospitalier de la ville de L'Aquila . Tout d'abords il comprends les éléments typiques de la ville du début XIXème siècle (trop récent pour être considéré centre historique mais trop ancien pour le classer contemporain); ensuite il se caractérise comme un enclave: un complexe placé clairement par rapport à la ville.

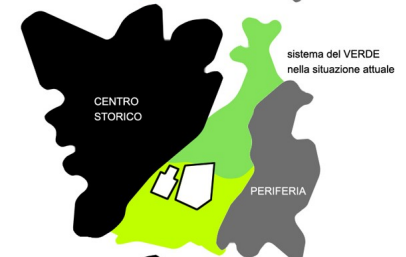
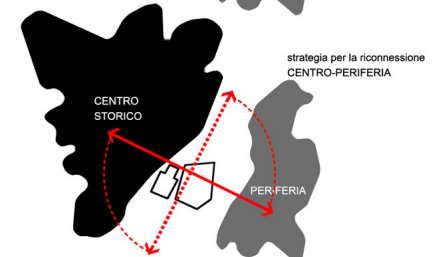
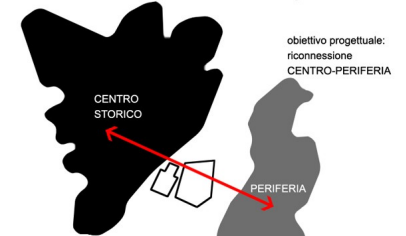
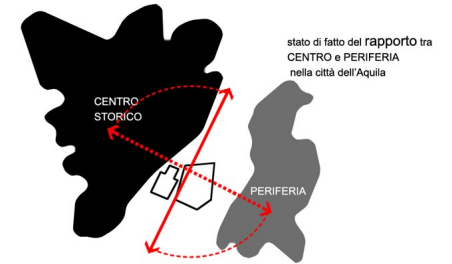


# Collemaggio: riconnessione centre/périphérie – schéma des tracés et attraversamenti

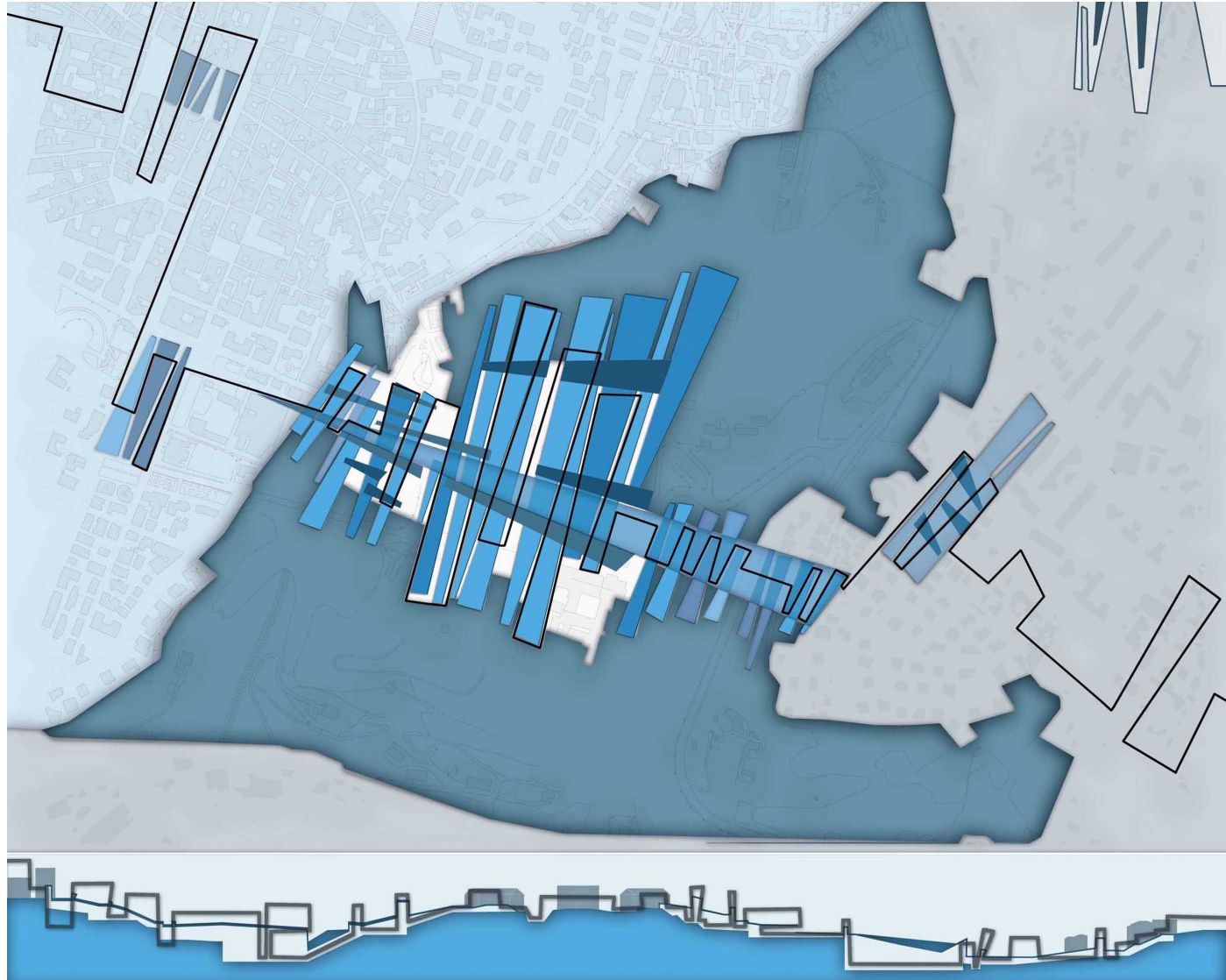
Cet étude enquête sur la construction d'un tissu avec des fonctions publiques qui implique au point de vue typologique et morphologique les anciens bâtiments du complexe hospitalier . L'aspect de la durabilité structurelle expérimente un domaine inconnu: l'adaptabilité aux nouveaux systèmes de amortissement des ondes sismiques. En effet tout le nouveau système de sol qui lie les bâtiments existants se trouve sous une couche des plaques oscillantes. Dans le cas d'un tremblement de terre, ce toit recueille et disperse l'essaim sismique en assurant la sureté. Pour ce motif on peut considérer le complexe une "Structure Urbaine minimale" à une échelle majeure par rapport à celle individuée dans le centre historique de Poggio Picense. Ce changement d'échelle permet de penser à Collemaggio comme une S.U.M. de moyenne échelle dédiée aux centres périphériques voisins.



RICONNESSIONE URBANA FRA CENTRO STORICO E PERIFERIA



# Collemaggio: reconnexion centre/périphérie – horographie et altimétrie

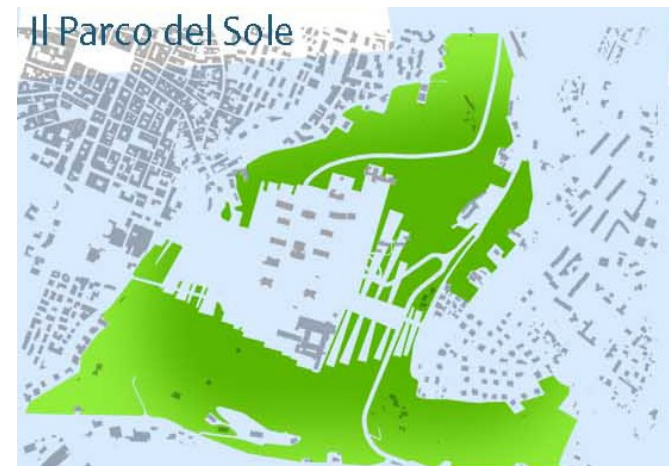
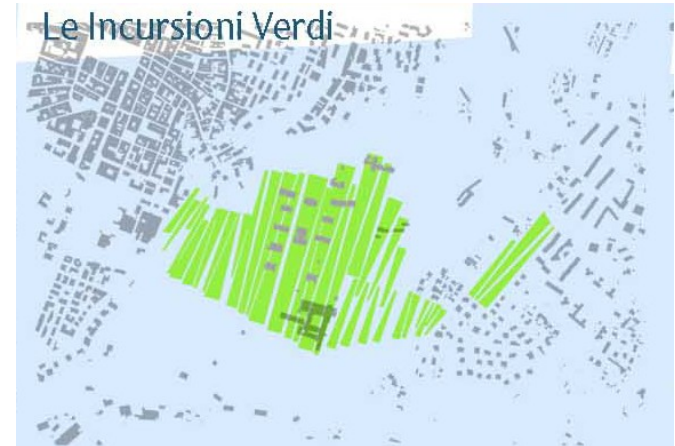


# Collemaggio: thèmes et layers

**Niveau des espaces publics verts:** la conformation des plaques oscillantes permet , grâce à élaborations minimales, de utiliser des bassins oscillantes. Ces plaques contiennent une légère couche végétale qui sera le vrai sol du 'cretto' . Sur cet élément se élèveront, comme des fragments, les bâtiments préexistantes et, l'absence des bassins générera à la fois des espaces publics et des espaces verts.

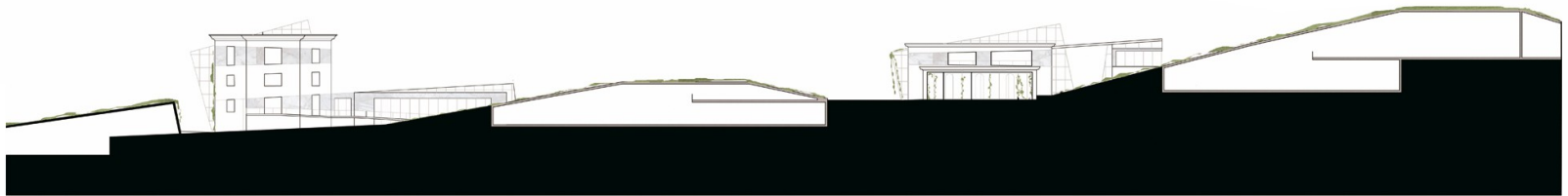
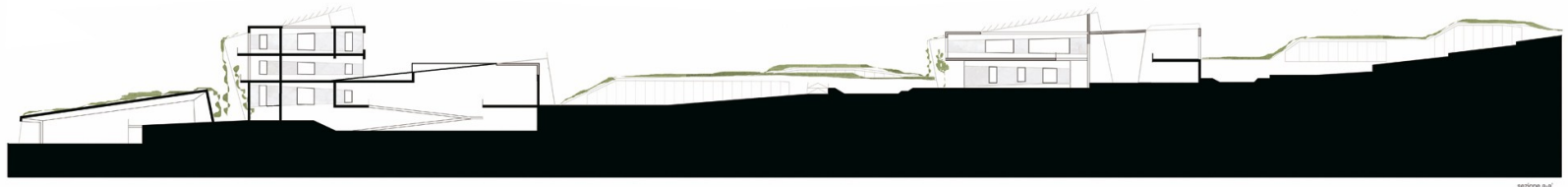
**Niveau des services publics:** Ce niveau est inséré dans le nouveau sol; on a donné à cet élément la tache de recueillir tous les fonctions publics et des services, commerces et temps libre. Grace à sa nature de 'cretto', il est caractérisé par une série des gravures qui forment des routes ou des places. En correspondance des attaches à terre des bâtiments existantes, ce sol artificiel s'éloigne et offre un nouveau espace.

**Niveau des 'batiments-île':** la présence des anciens bâtiments hospitaliers a un nouveau valeur: les deux points illustrés ci dessus montrent que ce nouveau sol les contamine. En provient une contamination typo morphologique qui est bien illustré par les images ci jointes. Le complexe des interventions réalisé dans le cas de Collemaggio réélabore tous les composants de la durabilité ici décrites: durabilité sociale, énergétique, typologique et structurelle.



## Individuations des « Actions architectoniques » /thèmes de projet.

Il s'agit des toutes les mesures architecturales nécessaires ou conséquentes à l'interaction entre les catégories énumérées ci-dessus. Ces différents aspects peuvent investir des domaines comme le rapport entre public et privé (la frontière entre le système de l'habitation et celui de l'espace public) entre l'intérieur et l'extérieur (où le volume cède la place au vide), entre les différents plans (stratification horizontale ou vertical) ou entre les fonctions (ajout de nouveaux éléments, la capacité d'adaptation en général).



## Actions de stratification

La catégorie de la stratification qui littéralement se réfère à une disposition à couches, peut extensivement indiquer une superposition de différents ordres et facteurs, des *layers*, d' époques , de significations et d'expressions, tous éléments qui interagissent dans un espace et dans un temps dilaté. La stratification pensée comme un système multiple de relations et d'événements - couches d'affaires, couches de réseaux et d' infrastructures et de tout les éléments dont articulée la ville contemporaine - génère la complexité spatiale, la superposition des différents ordres, et produit tensions, espaces contradictoires, changeants, qui ont la capacité d'être perçus et vécus d'une manière complètement différente.

## ■ Cas d'étude – POGGIO PICENZE

### POGGIO PICENZE: micro interventions dans l'émergence dans le centre historique

A la base de l'exemple que nous allons illustrer il y a l'idée de la vitesse des 'temps de réponse' aux situations d'urgence. La sensibilité sismique de la zone nécessite d'une réflexion non seulement sur la reconstruction, mais sur une série d'interventions visant à définir un système d'entrées et de voies d'évacuations et de mise en sécurité de la ville. À ce fin, l'étude permettra d'identifier la présence des SUM (Structure Urbaines Minimales) ou il y a des zones qui, en cas de crise, contiennent strictement le minimum pour affronter l'émergence. En bref, la ville est 'fragmentée' en sous-systèmes autonomes connectés à "réseau" capable de résoudre les problèmes du secteur urbain de leur compétence. À partir de cette hypothèse, nous avons choisi un petit village qui offre la présence d'un ou plusieurs SUM et en même temps il offre un tissu bâti gravement perturbé par le tremblement de terre, en vue d'appliquer les 'Actions' susmentionnées.

Étant donné les Structures Urbaines Minimales comme "zones saturées" et pour cette raison hors de l'expérimentation, on a fait une minutieuse analyse typologique sur les tissus compromis par le tremblement de terre. Nous avons donc sélectionné deux cas:

a) tissu partiellement compromis. Caractérisé par l'alternance de bâtiments effondrés et partiellement intact, ce tissu permet d'agir à travers les catégories de 'public / privé', 'interne / externe', 'adaptabilité' et 'stratification' (toutes catégories préalablement codées). Le résultat est une étude (à ce stade, illustré par des images de synthèse) qui concerne la façon de interagir avec la présence (ou l'absence dans le cas d'effondrement de bâtiments) de l'architecture du lieu avec l'objectif de la durabilité. Les images qui résultent de cette première phase d'enquête sont très intéressantes et portent sur un certain nombre d'exemples présentés ici.

Lorsque les bâtiments existants sont effondrés, on a utilisé la construction des "châssis structurels" qui en offrant un haut degré de durabilité structurelle, peuvent également être un 'tissu' pour l'inclusion d'éléments supplémentaires avec le but de construire un espace "public vertical" entre les bâtiments existants. Ces derniers en adhérant à ce châssis, peuvent subir actions de modification, telles qui peuvent donner origine à des variations typologiques très importantes. À la base de tout ce concept il y a la volonté de surmonter l'équivoque de la 'reconstruction nostalgique' d'un système des bâtiments vétuste, en insérant d'éléments "viraux" dans le tissu consolidé.

b) tissu compromis. Le cas de la destruction totale mérite d'être étudié à part. L'exemple pris en considération propose la construction de un 'système de la mémoire' qui, à partir de la 'topologie de la catastrophe' propose le thème de l'îlot dans une vision nouvelle. La refondation des villes détruites par calamités naturelles souvent n'a pas produit des résultats de qualité. Dans le cas de L'Aquila nous préférons parler de 'reconfiguration'. Donner une nouvelle 'figure' à ce qui a été dévasté par le séisme, est l'occasion de enrichir la ville d'espaces publics et de nouvelles formes de l'habiter.

Le deuxième cas, étudie le versant de Poggio Picenze, le plus touché par le tremblement de terre. On considère la forme de ses îlots comme une invention morphologique et on agit beaucoup sur la variante typologique, en appliquant des solutions durables soit du point de vue social que du point de vue énergétique. Les images ci-jointes illustrent clairement ce *work in progress*.



## Poggio Picenze: individuation des Structures Urbaines Minimales

A la base de l'exemple que nous allons illustrer il y a l'idée de la vitesse des 'temps de réponse' aux situations d'urgence. La sensibilité sismique de la zone nécessite d'une réflexion non seulement sur la reconstruction, mais sur une série d'interventions visant à définir un système d'entrées et de voies d'évacuations et de mise en sécurité de la ville. À ce fin, l'étude permettra d'identifier la présence des SUM (Structure Urbaines Minimales) ou il à des zones qui, en cas de crise, contiennent strictement le minimum pour affronter l'émergence. En bref, la ville est 'fragmenté' en sous-systèmes autonomes connectés à "réseau" capable de résoudre les problèmes du secteur urbain de leur compétence. A partir de cette hypothèse, nous avons choisi un petit village qui offre la présence d'un ou plusieurs SUM et en même temps il offre un tissu bâti gravement perturbé par le tremblement de terre, en vue d'appliquer les 'Actions' susmentionnées.



# Poggio Picenze: individuation des édifices soumis aux "actions architecturales"



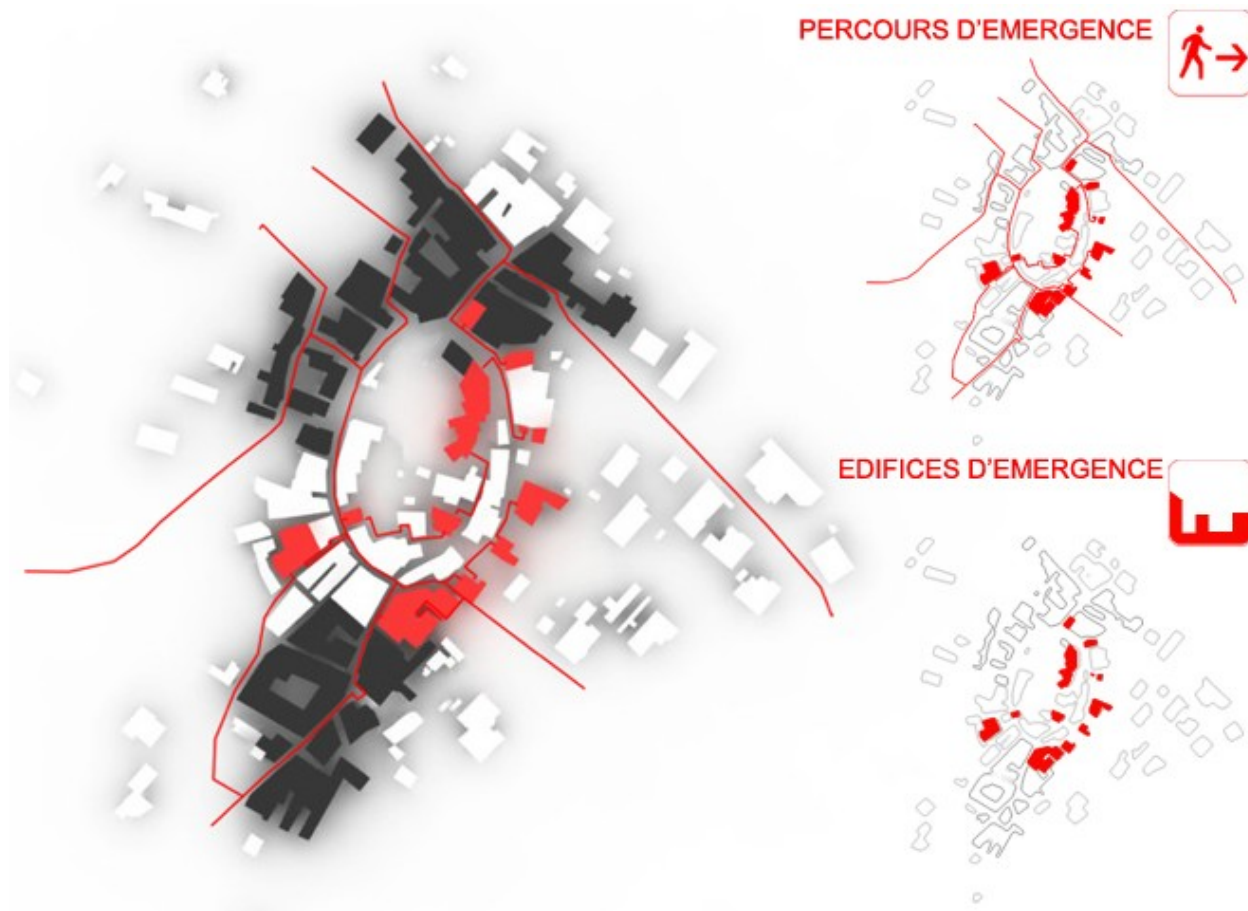
édifices d'urgence

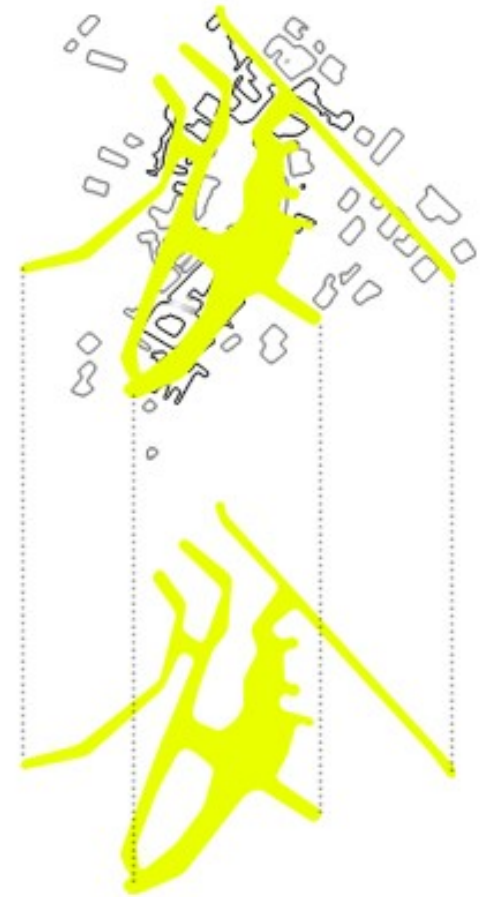
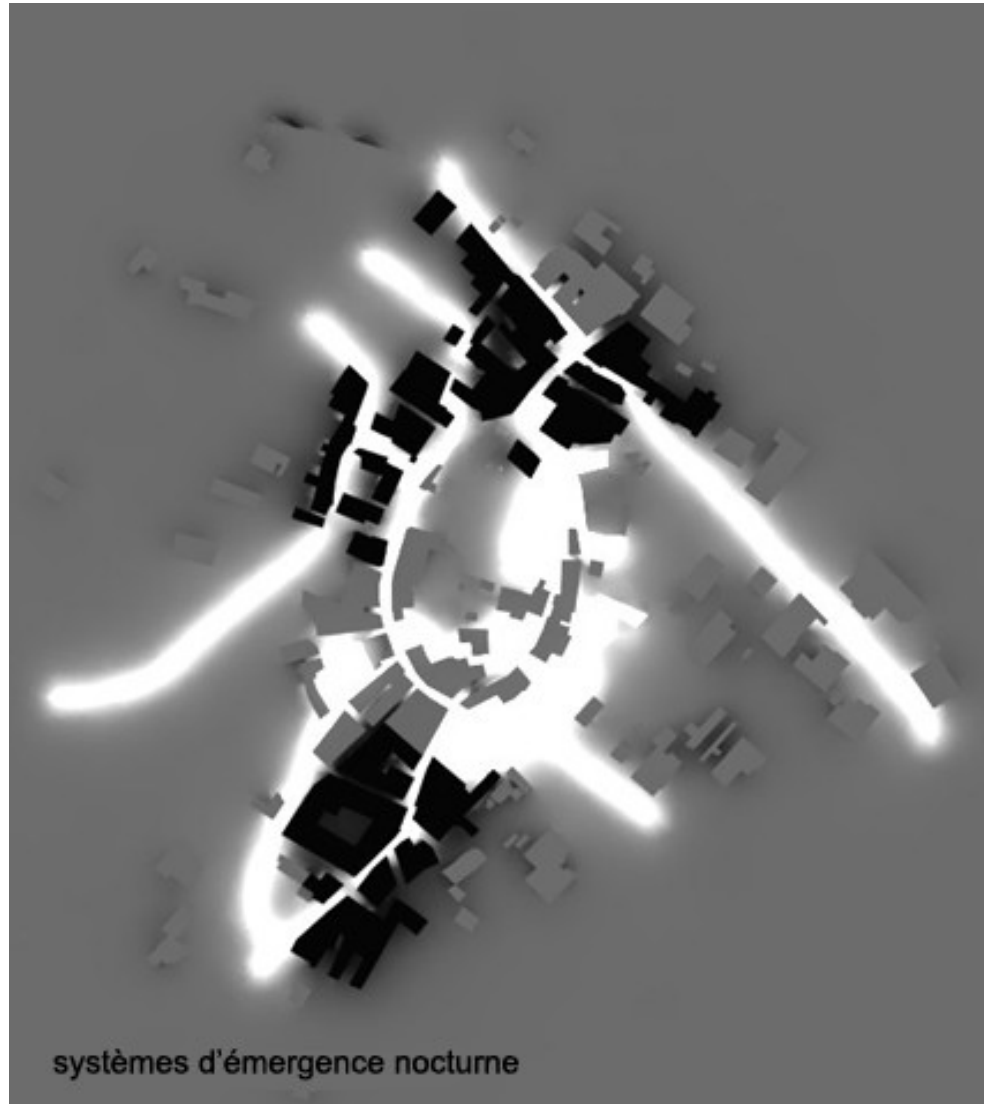


A L'INTERIEUR DU TISSU

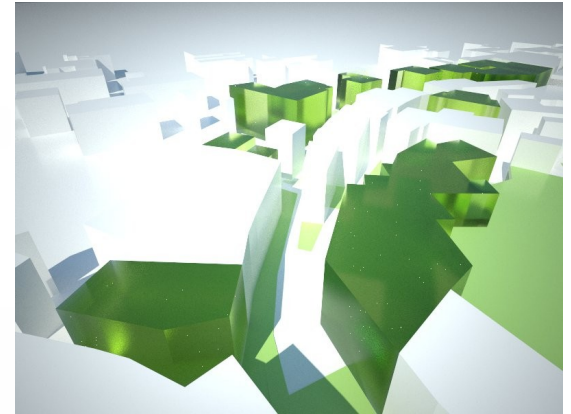
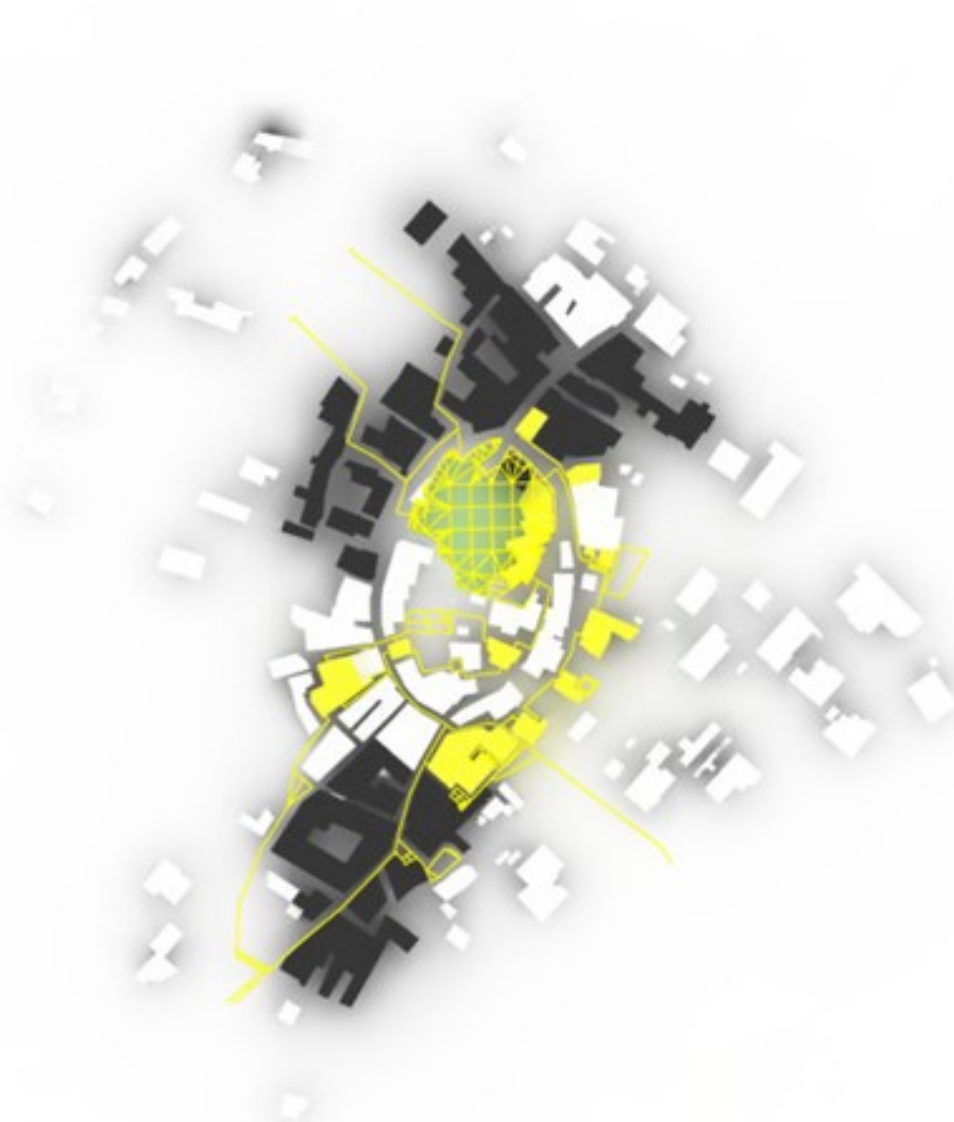
%

# Poggio Picenze: individuazione del réseau des parcours d'urgence dans le centre historique





# Poggio Picenze: individuazione du réseau résidentielle touristique



camere, albergo e percorsi

## ■ Cas d'étude – CESE DI PRETURO

### **CESE DI PRETURO: micro interventions dans l'émergence des nouveaux bâtiments.**

Cese di Preturo re presente un paradigma. Quartier modèle, dans le moment de l'intervention de émergence réalisée par la Protezione Civile, il hôte les habitants sinistrés dans un complexe des bâtiments de bonne qualité et surtout loin de l'image liée aux containers qui caractérisent ces situations.




Du point de vue typologique le système présente une solution structurelle intéressante: les résidences (en galerie ou intermédiaires) sont fixées sur des plaques flottantes. Bien que de grand intérêt, soit pour le temps de mise en œuvre que pour la qualité des solutions adoptées, la construction de ces interventions implique certaines problèmes, qui, au fil du temps, se traduiront en dégradation sociale et des logements:

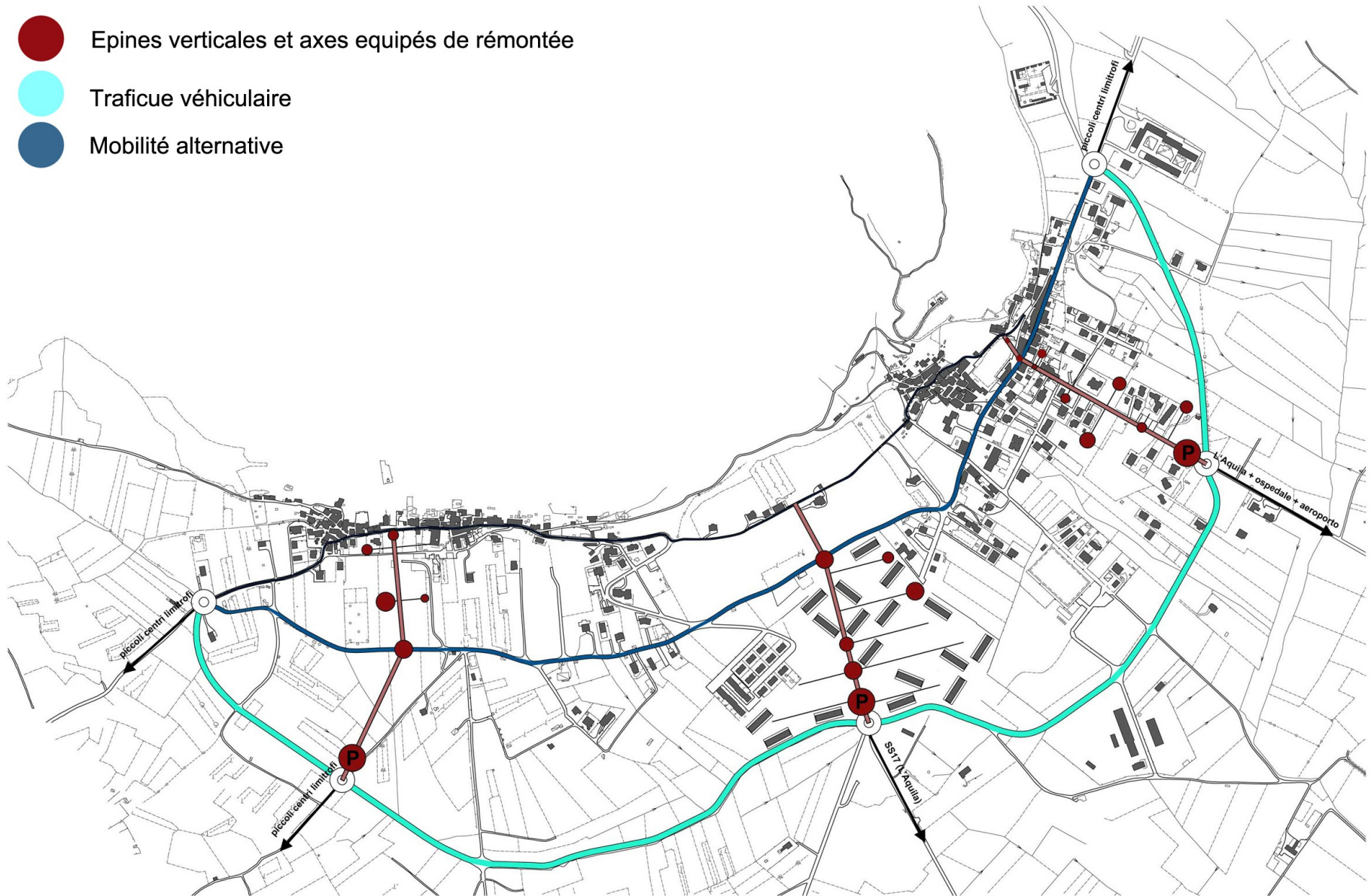
- Surcharge du système de logement et des infrastructure des municipalités dans lesquelles on est intervenus;
- Absence des services dans les nouveaux quartiers (écoles, églises, etc.)

- La présence excessive de routes parcourables (en raison de la présence d'un parking en dessous de la plaque). Les actions proposées dans cet étude impliquent l'échelle du quartier et elles sont orientées vers la préparation d'un ou plusieurs *masterplan* dont le but est de construire un réseau de services et de bâtiments publics qui, à travers l'intégration des fonctions publiques avec des bâtiments de service, diversifient les activités du quartier en évitant le risque de détérioration. Les composantes du projet de développement durable, compte tenu de la compatibilité structurelle des "plaques flottantes" déjà construites, se réfèrent notamment à des catégories sociales et économiques.

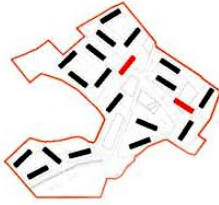
La composante énergétique pourrait être abordée si on intervient sur la répartition des types déjà construits. Dans ce cas, une partie des solutions pourraient être mises en œuvre comme il est indiqué ci-dessus pour le cas de Poggio Pienze. Ci-joint on présente un schéma d'un *masterplan* en phase d'étude.

# Cese di Preturo: individuazione delle direttrici di attraversamento e interferenza

-  Epines verticales et axes équipés de remontée
-  Traficue vèhiculaire
-  Mobilità alternativa



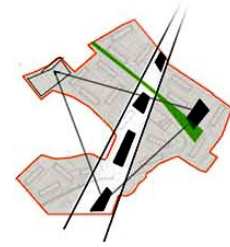
# Cese di Preturo: schéma des actions architecturales appliquées au tissu urbain



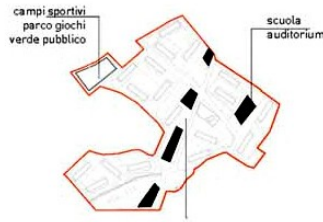
Individuation des pleins: les résidences



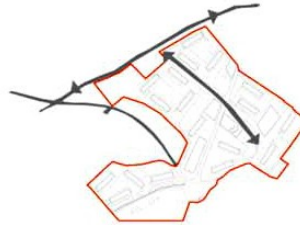
individuation des vides



individuation des pleins: les services



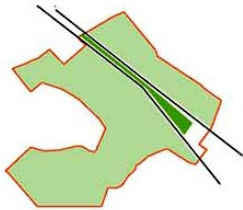
système des services



axe de connexion rotière



système de la viabilité



axe de connexion vert



système du vert

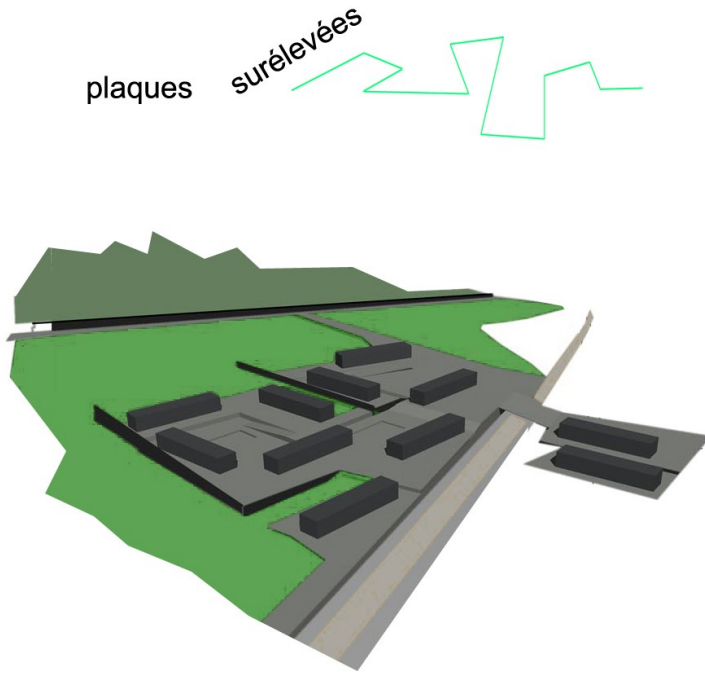


schéma de la disposition des arbres

Les actions proposées dans cet étude impliquent l'échelle du quartier et elles sont orientées vers la préparation d'un ou plusieurs *masterplan* dont le but est de construire un réseau de services et de bâtiments publics qui, à travers l'intégration des fonctions publiques avec des bâtiments de service, diversifient les activités du quartier en évitant le risque de détérioration. Les composantes du projet de développement durable, compte tenu de la compatibilité structurelle des "plaques flottantes" déjà construites, se réfèrent notamment à des catégories sociales et économiques.



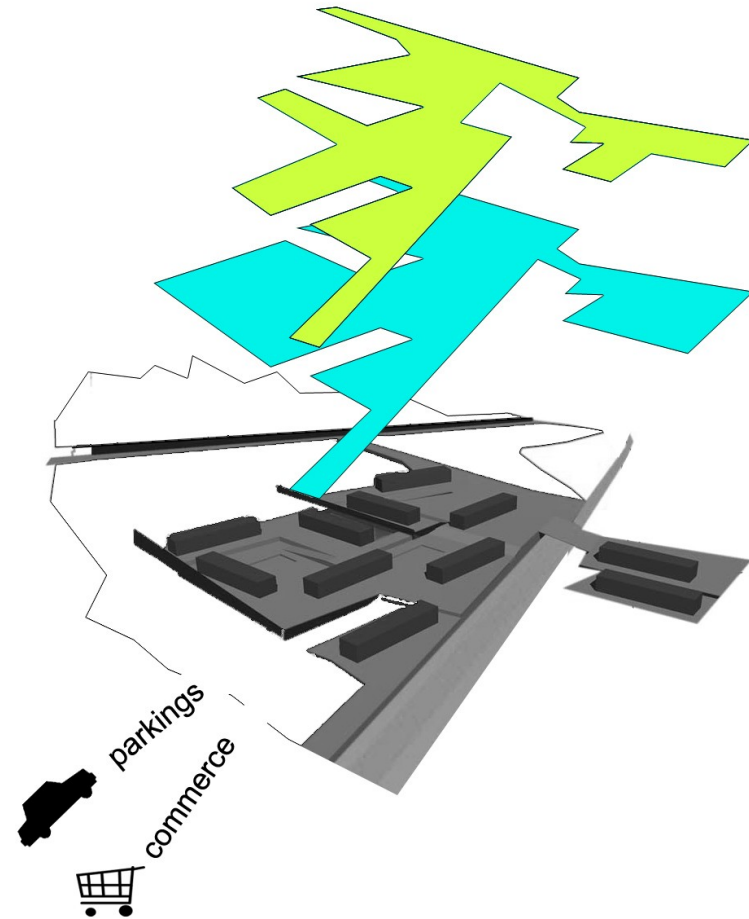
# Cese di Preturo: rapport entre le système morphologique et le sol



système des **plaques surelevées connectées par des rampes** qui articule le sol en places et parcours à différents niveaux. L'espace sous les plaques sismiques est intégré dans le système public et il vient réinterprété; il est destiné à parkings, commerce, intégré dans le réseau vert.

Réorganisation de l'aire vert au centre des villages comme parc équipé: élément fondamental du projet.

Nouvelles connexions qui se révèlent comme des grands signes architecturaux sur le territoire qui définiront mieux l'aire de Cese de Preturo. Un grand parcours piétonnier traverse le parc. Une place pavée. Bus électrique qui relie les centres urbains. Parcours cyclables.



## Quelques indications théoriques pour l'analyse des conditions de durabilité sociale

- L'habitat, et l'habitat de résidence en particulier, n'est pas simplement une ensemble d'objets construites, mais l'objet d'une construction continue dans les temps, que implique la participation d'une pluralité d'acteurs dans un processus de conception, de représentation, d'utilisation et de production. La durabilité sociale de l'habitat donc peut être identifiée comme la capacité que un habitat spécifique maintiens de co-évoluer avec les différent acteurs impliqués (leurs orientations, cultures, relations, liens, actions, etc.), en supportant des dynamiques de développement et intégration sociale et environnementale et en facilitant le control des facteurs de risques sociales et environnementales émergents.
- Dans un cadre de réduction de la vulnérabilité, la possibilité de l'habitat de co-évoluer avec les groupes sociaux et en harmonie avec les processus de développement peut se traduire dans une amélioration des capacités de récupération « post-désastre » soit dans l'émergence, soit dans le moyen – long terme.
- Au contraire une situation dans la quelle une certaine indépendance ou même déséquilibre ou conflit existe entre les caractères de l'habitat et les dynamiques sociales peut résulter dans de processus de dégradation ultérieure, incluant des phénomènes tels que – entre autres :
- l'abandonnement du territoire et des bâtiments (ou bien leur stigmatisation, ségrégation et « marginalisation » sociale) ;
- l'utilisation de l'habitat d'une façon incompatible avec ses caractéristiques (et dans certains cas d'une façon illégale);
- la manque de maintien et la dégradation physique ;
- l'exclusion social des populations concernées (isolement, stigma, réduction des capacités, des ressources et de la maitrise de son propre environnement).
- La recherche est ciblée, pour ce que regards la durabilité sociale, sur **trois niveaux d'analyse**. Dans l'ensemble ces trois niveaux peuvent définir la façon dans la quelle l'habitat est en interaction avec les processus de développement – d'une coté – et les processus qui peuvent produire des risques sociaux et environnementaux – de l'autre.

- **A.1.** Le premier niveau concerne la **dimension macro**, ou de la grande échelle pour lui-même. A ce niveau il faudra se confronter avec processus tels quels :
  - la cohérence entre le système d'établissement et les dynamiques liées aux changements démographiques locales, aux mouvements migratoires et aux dynamiques socio-économiques (emploi, entreprise, etc.);
  - la capacité du système d'établissement de prendre en considération et de gérer les risques liés aux transports (et au risque d'enclavement), d'intégration entre population locale et tissu urbain dans son ensemble et de sécurité du territoire (en particulier pour ce que regarde une condition de légalité générale);
  - la possibilité du système d'établissement de mettre en valeur les opportunités qui peuvent être identifiées dans le territoire (patrimoine culturel et naturel, établissements productives, etc.) ;
  - la participation des acteurs sociaux impliqués dans l'utilisation et la gestion des réseaux socio-environnementaux macro (acteurs politiques, entreprises, organisations gestionnaires des services publics, etc.).
- **A.2.** Le deuxième niveau est concernant la dimension méso, là où on pourrait trouver certains des éléments typiques d'un **habitat intermédiaire** (et d'un espace public de communauté, fortement connotés pour le sentiment d'appartenir à la communauté et au territoire propre aux habitants). A ce niveau la durabilité sociale de l'habitat doit se mesurer avec les questions liées à :
  - l'existence, l'accessibilité et la qualité des **réseaux de services** (éducation et information, communication, santé, énergie, eau et assainissement, transports, etc.)
  - les formes **d'organisation et d'agrégation des citoyens** (réseaux informels, groupes, clubs, associations formelles, relations de proximité, etc.)
  - les dynamiques de construction d'un **espace symbolique et d'une identité partagés** pour les habitants (ce qui demande la mise en place de systèmes de construction de représentations, valeurs, objectifs et motivations, sentiments, normes, etc.)
  - le **processus politique** et de création de consensus, entre les habitants, sur les décisions concernant l'espace et la façon de l'utiliser
  - la création de nouvelles **ressources au niveau local**, soit en termes **économiques** (espaces pour les entreprises et les activités économiques) soit en termes de **connaissance** et de communication (espaces pour la vie culturelle et pour l'agrégation « informelle »)
  - la construction de conditions de **sécurité et de légalité**, au niveau local (soit en ce qui concerne les conditions sanitaires de l'habitat : pollution, etc. ; soit en ce qui regarde la possible émergence de phénomènes de micro-criminalité ou l'insertion au niveau local de la criminalité organisée)
  - les dynamiques de **(reconstruction et de maintien des liens sociaux** de proximité et de familiarité dans un **milieu interculturel** ;
  - la construction et le maintien d'une **conscience et d'une mémoire du risque sismique**, particulièrement dans le long terme ;
  - l'implication des acteurs concernés dans la définition et dans la construction des espaces.

- **A.3.** Le troisième niveau est centré sur l'espace de l'habitation, ou domestiques, et sur la dimension individuelle/familiale. Par rapport à cet espace micro, il faut se mesurer avec certains dynamiques spécifiques, telle que:
  - les orientations des habitants par rapport à la « **convenance** » des habitations et de leur localisation (structuration interne, proximité aux services et aux lieux de travail, possibilité de pratiquer activités individuelles récréatives, culturelles, etc. ; possibilité de garder les relations sociales et familiales, etc.);
  - les orientation des habitants par rapport aux niveaux de « **confort** » (chaleur, luminosité, etc.) ;
  - les orientations des habitants par rapport à la dimension de la propreté ou de **l'hygiène** (disponibilité de services et d'eau, odeurs, gestion des déchets, etc.) ;
  - les **dynamiques d'appartenance**, au niveau individuel et au niveau familial (le lien avec la maison, son espace et son contenu) ;
  - le dynamiques de (**reconstruction et de maintien des liens sociaux** de proximité et de familiarité ;
  - les dynamiques de **mémoire** et de conscience du risque sismique, nécessaire pour maintenir dans le long terme une orientation à la réduction de la vulnérabilité des constructions ;
  - les dynamiques de **changement de l'utilisation des habitations** (liées aux changements dans les familles ; aux activités des habitants ; à la variabilité de la disponibilité économique, aux cultures, etc.) ;
  - **l'implication des acteurs concernés** dans la définition et dans la construction de son propres espaces.

## B. L'analyse de la durabilité sociale dans le cadre du projet d'architecture et aménagement de l'habitat

- Les informations et indications concernant ces processus peuvent être utilisées dans le cadre de la procédure de définition du projet dans deux façons principales :
- pour identifier **les demandes, les besoins et certains contraintes** qu'il est nécessaire considérer dans la détermination des interventions sur l'habitat aux différents niveaux ;
- en constituant une **référence pour l'évaluation du projet** (soit ex-ante, soit en cours d'œuvre et ex-post).
- Par rapport à cette deuxième utilisation des informations et indications sur la durabilité sociale, ils peuvent faciliter l'analyse de la **pertinence** du projet, c'est-à-dire de sa capacité de répondre aux problèmes existants dans le territoire ciblé ;
- la détermination de sa **efficience** et **efficacité** : i.e. la possibilité du projet même d'être réalisé avec une minimisation des ressources nécessaires et des obstacles émergents en cours d'œuvre, et avec une maximisation du consensus, d'implication des acteurs concernés et de capacité de mobilisation des ressources locales ;
- la prévision des **impacts** et des processus que peuvent se générer par rapport à l'habitat.

### L'opérationnalisation des concepts

- L'analyse des conditions de durabilité peut être réalisée par moyen de l'opérationnalisation des concepts dans des séries d'indicateurs, que peut être utilisée pour faciliter la consultation des différentes sources d'information. Notamment, ces indicateurs peuvent regarder:
- des phénomènes concernant les structures, ou éléments relativement permanents et stables de la réalité sociale;
- des phénomènes concernant les processus et les acteurs impliqués.

Notamment, les éléments à être observés dans le territoire sont les suivants.

## C1. Au niveau macro (grande échelle)

Structures	Réseaux	Réseaux de transports Réseaux de services (éducation, santé, commerce, etc.)
		Réseaux techniques (laboratoires, industrie, réseaux de maintenance, écoles techniques, réseaux professionnels, etc.) Réseaux énergie, eau et assainissement, communication
Processus	changements démographiques locales	Mouvements migratoires
	Dynamiques socio-économiques	Changement dans la structure de l'emploi Changements dans le numéro et la typologie des entreprises
	Dynamique de la gouvernabilité	Fluxes de transports et de communication entre les nœuds des réseaux de services et communication de l'espace considéré Stabilité du gouvernement local / Présence de conflits « radicales »
		Présence d'instances et processus de participation
		Fonctionnalité de l'administration publique / Corruption – Mauvais fonctionnement
		Situations d'illégalité
	Mise en valeur du patrimoine locale	Initiatives culturelles Initiatives économiques
		Initiatives d'innovation technologique
		Initiatives de protection de l'environnement

**C2. Au niveau méso** (échelle et espace intermédiaire, SUM – Structure Urbaine Minimale)

Structures	Système des services	Accessibilité des services d'éducation, information, communication, santé
		Diffusion sur le territoire des réseaux d'adduction d'eau, assainissement, énergie et télécommunications
	Eléments de représentation de l'identité culturelle locale Eléments de représentation et symboliques concernant la mémoire d'événements catastrophiques passés	Monuments et lieux connotés  Monuments et lieux connotés
Processus	Organisation et mobilisation des citoyennes	Présence de groupes, clubs et associations (formels et informels) Présence de formes de solidarité extra-familiales
	Dynamiques culturelles et d'identité	Présence de groupes sociaux porteurs d'une culture différente de celle majoritaire
		Présence de types de structures familiales différentes Présence de formes organisées de reconnaissance et célébration des diversités culturelles (ex. festivals, initiatives culturelles, monuments liés aux différentes groupes culturels)

	Dynamiques de la gouvernabilité	Présence d'instances et processus de participation aux décisions sur l'environnement, les services, les espaces publics Situations d'illégalité dans la gestion du territoire (ex. constructions abusives et en zones dangereuses, pollution et inapplication des règles environnementales, dis-égalité dans l'accès aux services, etc.)
		Présence de formes d'économie informelle ou criminelle ; micro-criminalité Présence de formes de criminalité organisé
	Dynamiques de valorisation des ressources	Perception de las condition de sureté Initiatives culturelles Initiatives économiques (nouvelles entreprises)
		Initiatives d'innovation technologique Initiatives de protection de l'environnement
	Dynamiques liées à la mémoire du risque	Initiatives culturelles et de mobilisation sociale liées à la prévention ou à la mémoire des évènements catastrophiques du passé



**C3. Au niveau micro** (échelle individuelle et espace de l'habitation)

Structures	Système des services et structure de l'habitation	Services hygiéniques et de gestion des déchets (typologie et quantité)
		Systèmes technologiques (hydrauliques, électriques, etc.) adaptables
		Gestion de la température domestique et aération Structuration interne adaptable
		Présence de espaces pour les utilisations « habituelle » (vie familial, relations de proximité, activités professionnelles, coexistence des generations) Présence de formes de solidarité extra-familiales
		Présence de systèmes de « anticipation » des évolutions des usages
PROCESSUS	Dynamiques liées à la vie familial et social	Variabilité de structures familiales Variabilité des activités professionnelles
		Activités de proximité
		Activités du temps libre Variabilité des revenus

	Dynamiques cognitives liées au confort	<p>Oriantations par rapport au chaleur</p> <p>Oriantations par rapport à la luminosité</p>
		<p>Oriantations par rapport à la ventilation</p> <p>Oriantations par rapport à la gestion des déchets</p> <p>Oriantations par rapport aux activités de maintien de l'habitation et des services</p>
	Dynamiques liées à la fruition des services et des espaces	<p>Fruition des services et gestion de la proximité aux services</p> <p>Gestion de la proximité aux lieux de travail</p>
		<p>Pratique de relations de proximité</p> <p>Pratique des activités récréatives</p> <p>Participation à la définition des caractéristique de l'habitation</p>
		<p>Participation au maintien des structures et des habitations</p>

## Quelques indications méthodologiques

- L'analyse de la durabilité social prévoit l'intégration de plusieurs sources d'information, dans le cadre de l'utilisation de méthodologies de *rapid appraisal*, incluant :
- **entretiens avec des « informateurs clé »**, telles que : représentants de l'administration publique locale, représentants du monde associatif locale, représentants des syndicats et organisations des entrepreneurs, personnes avec des rôles déterminés dans les communautés (prêtre, pharmacien, etc.), professionnelles dans le secteur des constructions et du marché des immeubles
- **analyse de documents**
- participation à **réunions des organisations citoyennes** ou aux **événements publics** dans les localités concernées
- **observation directe**, à travers des visites sur le lieux.
- Dans le cadre de l'étude réalisée les différents instruments et sources d'information ont été appliqués d'une façon « informelle » les intégrant dans les autres procédures de formulation des projets. Cette opération a été facilitée par l'utilisation des indicateurs présentés auparavant.

### Quelques annotations bibliographiques

- Bijker W.E., d'Andrea L. (ed.) *Handbook on the Socialisation of Scientific and Technological Research*, EC, 6th FP. Citizenship and governance in a knowledge based society, Roma, 2009
- Martinez M., Complexity and participation: the path of strategic invention, *Interdisciplinary Sciences Reviews*, 33, 2008
- Brand S., *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, Penguin, 1994
- Costantini G., Reunificar a Cidade: novas estratégias de desenvolvimento, novas governanças", *Katálysis*, Vol.6,n. 2 /2003
- Costantini G. *Cultural Heritage and the struggle against poverty and social exclusion*, "The rehabilitation of the Historic City of Fez", Fez 31/5 – 2/6/2002, World Bank and ADER - Fes
- Costantini G., *Review of Housing - Working Paper*, European Commission, Bruxelles, 1997
- Costantini G., Quinti G., *Question urbaine: un nouvea défi*, European commission, Bruxelles, 1997
- Costantini G., A model for the assessment of social vulnerability to environmental disasters. A research study carried out in the framework of EC "Epoch" Programme, CERFE, Roma, 1996
- Shove E., *Comfort, Cleanliness and Convenience: The Social Organization of Normality*, Lancaster, 2003
-

# **Fabrizio Mollaioli**

## **LA DURABILITE' SISMIQUE**

### **INTRODUCTION**

- Une recherche finalisée à établir des lignes directrices pour la conception correcte et durable des nouveaux projet antisismiques et pour l'adaptation antisismique de l'existant, devrait comprendre les sujets d'enquête suivants:
  - Evaluation de l'impact du séisme sur l'environnement bâti par la simulation du comportement des bâtiments individuels, et du système urbain et territorial, compte tenu de toutes les connexions possibles et les interrelations entre les différents domaines.
  - Identification des interventions possibles de l'ajustement structurel et non structurel, en particulier en ce qui concerne l'utilisation de matériaux et des méthodes de consolidation durables. Matériaux et techniques innovantes.

Tremblements de terre récents (Northridge 1994, Kobe 1995, Ombrie, Les Marches 1997, la Turquie 1999, Taiwan 1999, L'Aquila 2009) ont révélé d'importantes faiblesses dans la conception et la réalisation de diverses formes de l'environnement bâti, tels que:

1. Les réseaux d'infrastructure et les ponts.
2. Bâtiments en maçonnerie non armée, béton armé et en acier.
3. *Lifelines* impliqués dans le transport de l'eau, gaz, électricité et systèmes de communication.

La réduction des risques sismiques de ces systèmes nécessite donc:

- Evaluation de la vulnérabilité sismique des structures existantes, avec une référence particulière aux bâtiments qui doivent maintenir leurs fonctionnalité aussi après une catastrophe, afin de élaborer des méthodes de réduction du dommage.
- Développer des procédures pour l'atténuation des dommages structurels et non structurels.

Les structures conçues selon précédentes réglementations antisismiques devraient être capables de résister à certains niveaux de l'action sismique pour empêcher l'effondrement de l'immeuble, mais elles ne sont pas capable, pourraient subir des dommages importants aux éléments structurels et non structurels. Il faut savoir que les dommages au contenu des bâtiments et aux installations, constituent un lourd fardeau en termes de sécurité de la vie et les pertes économiques. Le coût en raison de la perte de fonction en raison de dommages causés à l'immeuble ou de son contenu, dans certains cas m peut dépasser le coût de la démolition et la reconstruction de l'édifice même.

Toutes les actions visant à réduire les pertes après un séisme, doivent être compatibles avec l'environnement, la qualité de vie, la capacité de récupération ou la résilience du territoire conséquence à la catastrophe et la viabilité économique.

En particulier, la résilience désigne la capacité des communautés à réduire le danger ou *hazard*, de contenir les effets de la catastrophe et de conduire les activités de restauration en minimisant les conséquences de la détresse et dans le même temps de réduire les effets d'éventuels événements futurs.

Les étapes nécessaires pour atteindre ces objectifs peuvent être résumés comme suit:

- Réduire le risque d'effondrement ou de dommages aux structures stratégiques, systèmes et composants;
- Réduire les conséquences de l'effondrement en termes de pertes en vies humaines, des blessés et de l'impact social et économique;
- Réduire le temps de récupération, c'est-à-dire le temps nécessaire pour ramener un système spécifique ou un ensemble de systèmes à sa normale fonctionnalité (avant la catastrophe).

Par conséquent, les caractéristiques des différents systèmes qui doivent être pris en considération pour le bon fonctionnement des mesures d'atténuation du risque sismique sont les suivants:

- La force ou la résistance - la capacité des différents composants ou de systèmes à être soumis à un certain niveau de stress ou de demande sismique, sans dommage ou sans perte de fonctionnalité;
- Redondance - combien d'éléments ou de systèmes peut être remplacés, ou bien capables de répondre aux besoins de fonctionnalité en cas de dommage ou de perte de fonctionnalité ;
- Les ressources disponibles - la capacité à identifier les problèmes, établir des priorités et mobiliser des ressources;
- Vitesse - la capacité à répondre aux priorités dans un court laps de temps afin de contenir les pertes.

Ces éléments portent sur des questions d'ordre technique, organisationnel, du développement social et économique.

Parmi les aspects plus techniques, une correcte atténuation des dommages aux bâtiments et aux réseaux, y compris les divers sous-systèmes de connexion, doit comprendre au moins:

- modification de la configuration local et global du système résistant pour améliorer le comportement sismiques de la construction;
- la réduction et / ou l'élimination des dommages à des éléments architecturaux (faux plafonds, cloisons légers, etc.), aux systèmes électriques et mécaniques, aux contenus (meubles, etc.), aux *Lifelines* et aux systèmes de communications.

Par exemple, deux éléments clés pour réduire les risques sismiques sont la réduction de la vulnérabilité des bâtiments et des réseaux et le développement de une planification territoriale appropriée à travers des études de micro zonage sismique.

# MACRO

Dans ce contexte, dans les zones à risque sismique élevé, les éléments clés sont des bâtiments stratégiques (hôpitaux, casernes de pompiers, écoles, etc.). Et les *Lifelines*.

*Lifelines* sont ces systèmes, tels que les réseaux infrastructurels, électriques, etc. qui sont nécessaires à la vie de l'homme et aux fonctions urbaines et de l'habitat. Les *Lifelines* sont des artères vitales pour les différentes communautés de logements. Elles servent à véhiculer les divers services publics comme l'eau, de gaz, les télécommunications, les transports.

Tous les services d'utilité publique peuvent être rapidement réactivés seulement si les mesures visant à atténuer les risques sismiques sont suffisamment avancés et efficaces.

Les éléments des réseaux de transport, d'électricité, du gaz et l'approvisionnement de l'eau, de transmission des communications, comprennent les équipements fixes, et des lignes de transmission et de connexions entre les nœuds dans les différents éléments. Tous ces réseaux peuvent être à la fois de surface et souterraines.

Les éléments de surface sont généralement conçus pour résister seulement à des charges verticales et ils sont généralement mal reliés à des structures de fondations. Les appareils qui ne sont pas ancrés correctement peuvent s'effondrer ou subir des déplacements par rapport au plan de fondations.

Les canalisations souterraines et les connexions sont souvent trop faibles et trop souple pour résister à un mouvement relatif du sol causé par le tremblement de terre, surtout si elle est faite sur la faille. Certains éléments, tels que les composants de transformateurs électriques, sont souvent fragiles et sont donc sujettes à la rupture lors d'un tremblement de terre.



Fig. 1. Dommages aux installations, Hôpital de L'Aquila (2009).

Les dommages causés par ces transformateurs peuvent être réduits grâce à des ancrages à les fondations et à d'autres éléments. Toutes les connexions doivent être suffisamment souples pour isoler les forces d'autres sources. Les dommages aux réseaux de transmission de l'eau, de gaz et d'électricité, qui se produisent généralement en présence d'importants mouvements différentiels de terrain, on peut l'atténuer en installant des éléments flexibles, en particulier au niveau des jointements, pouvant accueillir les mouvements imposés. En outre, les tuyaux ne doivent pas être conçus avec un matériau fragile.

Les réservoirs, généralement soumis à une combinaison d'actions dynamiques sur l'enveloppe, produites par le tremblement de terre, ce qui pourrait entraîner aussi le renversement de l'objet, et par le mouvement du fluide contenu en leur sein, souvent subissent des dommages en raison de la faible épaisseur des sections.



(a)



(b)

Fig. 2. Dommages à réservoirs. (a) Tremblement de terre de la Turquie (1999); (b) Tremblement de terre de L'Aquila (2009).

Les actions vont de l'amélioration de l'ancrage du réservoir à la structure de fondations, jusqu'au raidissement des sections comme l'insertion de poutres d'acier, jusqu'à des interventions plus récentes qui utilisent l'isolation sismique à la base.

Tremblements de terre récents (tels que Loma Prieta, Californie 1989, Northridge, en Californie, 1994, Kobe, Japon en 1995, Kocaeli, Turquie 1999, résultat Chi-Chi, de Taiwan, 1999) souvent ont provoqué la perte de fonctionnalité ou l'interruption du système de transport urbain et régional en raison de l'effondrement de ponts, glissements de terrain, effondrement des structures adjacentes, etc.

En particulier pour les ponts et les viaducs, les causes plus fréquentes de dommage étaient les suivants: 1) l'effondrement de poutres simplement appuyées lorsque les appuis n'étaient pas conçus pour permettre le mouvement relatif des supports, 2) martèlement entre travées adjacentes, ou entre piédroit de pont et travées ; 3) effondrement des pylônes en raison de leur vulnérabilité ou fragilité, 4) l'effondrement des fondations.



Fig. 5. 1995 Kobe Earthquake.



Fig. 3. 1989 Loma Prieta Earthquake caused collapse of the Cypress Viaduct.

Fig. 6. 2009 L'Aquila Earthquake.



Fig. 4. 1994 Northridge Earthquake.





Récemment, nous avons fait usage de techniques novatrices pour le *retrofitting* des ponts. Par exemple, on peut utiliser enveloppes en acier ou des fibres de carbone pour augmenter la résistance et réparer le dommages des piles. Pour augmenter la ductilité peut également faire usage de l'étrier de renforcement en spirale ou renforcer en se servant de films de fibre de verre ou de matériel composite. Dans le cas d'impossibilité économique de la consolidation des structures, il est souvent possible d'utiliser isolation sismique, qui sépare le pont de la sous-structure, ou l'ajout de systèmes d'amortissement passif pour réduire le mouvement de la superstructure.

En résumé, la durabilité des réseaux sismiques (infrastructures, services, distribution, etc.) nécessite d'une évaluation de la performance sismique en fonction des caractéristiques spécifiques des chaque réseau.

- Nécessité d'un *upgrade* continu des procédures d'analyse des risques sismiques pour ces systèmes
- Nécessité d'évaluer les effets des interdépendances
- Nécessité d'une évaluation des risques sismiques des installations à risque d'accident majeur.

## MESO ET MICRO

Un autre groupe de structures pour le bon fonctionnement de la zone frappée par un séisme destructeur est formé par les **bâtiments stratégiques** (hôpitaux, casernes de pompiers, postes de police, etc.). Comme vous le savez, elles sont essentiels pour la gestion des situations d'urgence résultantes d'événements catastrophiques. Il est donc essentiel prévoir et améliorer les performances à la suite d'épisodes qui se caractérisent par la capacité à investir dans le territoire pour une extension considérable, comme les tremblements de terre. On doit également tenir compte du fait que dans le cas des tremblements de terre de taille importante, il est essentiel de mobiliser un réseau de soutien regroupant plusieurs bâtiments stratégiques: cela implique l'évaluation des aspects multiples liés à la réelle disponibilité, dans des conditions d'urgence post-séisme, des infrastructures de transport et des systèmes de distribution d'énergie et de communication. En fin de compte, le problème passe de l'échelle de l'édifice (bien que complexe), jusqu'à l'échelle territorial, beaucoup plus grande, du système à réseau.

Par exemple, les hôpitaux se caractérisent par des niveaux élevés de complexité, tant d'un point de vue des installations et des fonctions que structurel, et ils contribuent à déterminer la grande vulnérabilité face aux tremblements de terre ; en outre le degré élevé l'exposition due au surpeuplement (personnel médical, les patients, les visiteurs), le stockage des matériaux potentiellement dangereuses ou toxiques, la présence des machines, des équipements et d'installations de haute technologie et donc de utilité pour la vie des hommes, notamment en termes de d'urgence, en augmentait considérablement le risque.

Par conséquent, les objectifs de la conception parasismique des telles structures ne peuvent pas se limiter à la prévention de l'effondrement et au sauvetage des occupants, mais il faut garantir le maintien de un niveau adéquat de service et la fonctionnalité même après un violent tremblement de terre.

Il faut considérer que, en Italie, un certain nombre de bâtiments stratégiques a subi des extensions successives et des modifications parfois survenus sur des bâtiments conçus à l'origine pour différentes utilisations tout à fait différentes de celles originaires. L'âge des structures s'étend sur d'une très large gamme ; la typologie de construction est liée au moment de la réalisation, avec une prévalence de la maçonnerie et du béton. En particulier, les bâtiments datant d'avant la Première Guerre mondiale sont pour la plupart en maçonnerie armée, avec voûtes et planchers en bois ; pour eux les actions d'adaptation ont principalement amené à l'introduction d'éléments en matériaux 'modernes' tels que des planchers en brique et béton. Depuis les années 60, cependant, la typologie la plus diffuse sont les structures avec l'ossature en béton armé, dont la plupart sans murs de refend. Dans tous les cas, il convient de noter que soit la construction de nouveaux bâtiments stratégiques, que l'expansion ou la modernisation de celles existantes, ont le plus souvent eu lieu dans une période antérieure à la classification (ou reclassement) sismique des municipalités et donc, dans les calculs de conception et / ou vérification, on n'a pas été considéré de un adéquat niveau de l'action sismique. Par exemple, les tremblements de terre passés et plus récents (Frioul, 1976, Irpinia, 1980, Umbrie et Marches, 1997; Abruzzes, 2009) ont mis en évidence cette vulnérabilité remarquable des hôpitaux. Suite à ces événements, en fait, il a été constaté l'obstruction d'un grand nombre d'entre eux, soit en raison de dommages structurels, soit pour la perte de fonction due à la rupture de cloisonnages, pour le endommagement d'équipements médicaux et des installations, les pannes de réseau etc.

### ***Les édifices stratégiques : dommages aux éléments non structuraux des bâtiments et aux contenus.***

Pour chaque élément est nécessaire déterminer le type de risque associé à la puissance destructrice des tremblements de terre qui pourrait être dangereux en termes de sécurité pour la vie (*life-safety*), de pertes économiques, de interruption de service ou des fonctions de base.

Le premier type de risque est dû à la chute des composantes non-structurelles qui peut causer des dommages physiques aux occupants. Des exemples de ce type de risque sont des fenêtres cassées, renversant des armoires, les plafonds qui tombent, les conduites de gaz cassés ou d'autres pipelines contenant des substances dangereuses, la chute des cloisons, etc. En plus des cas précédents, le dommage structurel peut rendre difficile, voire impossible, l'exercice des fonctions normales.

Par exemple, des dommages aux éléments non structuraux et aux équipements des hôpitaux peuvent réduire considérablement la capacité de diagnostic pour traiter les patients.



Fig. L'Aquila Hospital (2009) L'Aquila Earthquake).

Le dommage non structurel est généralement du à des fortes accélérations et déplacements sur le plancher que vous pouvez avoir en cas de tremblement de terre.

Dans une récente étude de 2003, Taghavi et Miranda ont quantifié le coût des dommages au contenu pour les bureaux, les hôtels et les hôpitaux. En général, pour les bâtiments qui contiennent une quantité considérable de matériel, comme les laboratoires et les hôpitaux, une partie importante du coût de construction est produit par le contenu.

En outre, il a été estimé que les systèmes mécaniques représentent le 20-30% des coûts de construction, tandis que les systèmes électriques le 10%.

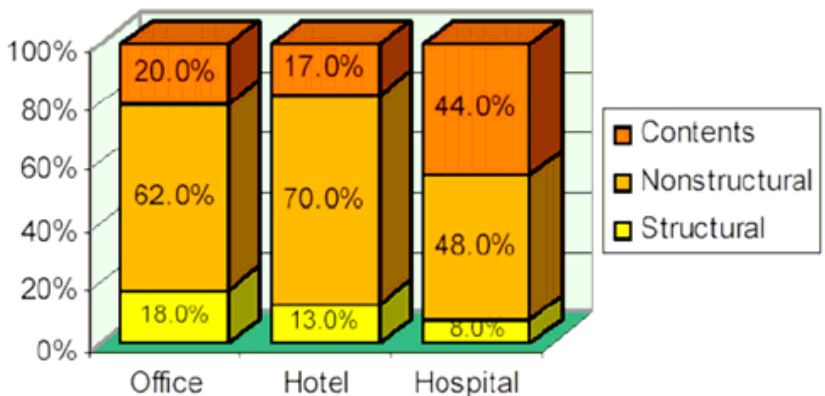


Figure 1: Taghavi and Miranda Study: Distribution of Building Cost by Building Type



Edificio Industriale, loc. Bazzano (2009, L'Aquila Earthquake)



Comune dell'Aquila, Bureau Urbanistica (2009, L'Aquila Earthquake)

Table 4: Non-Structural Performance Levels and Damage Descriptions (Adapted from NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings, FEMA-273)

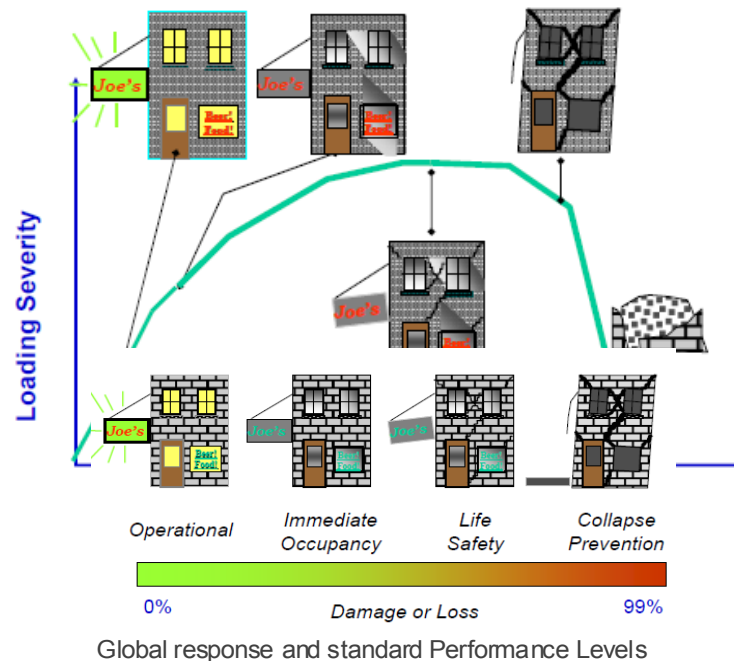
Performance Levels and Overall Damage	Expected Levels of Damage to the Different Systems		
	Critical Systems / Components	Contents and Equipment of Medical Facilities	Architectural Elements
Operational (Slight Damage)	Lifts operate; ducts and piping sustain negligible damage; the fire response system is functional; transformer / generators are functional and electricity can be provided; water can be provided.	Medical equipment on floors and walls is secure and operable; power is available; equipment on rollers slides but does not tip and does not impact with anything; cupboards, racks cabinets and book shelves do not tip; negligible damage to chemical bottles in the lab; oxygen cylinders and blood stands are not tipped over.	Negligible damage to false ceilings, chimneys, light fixtures and stairs; minor damage to parapets and doors; minor cracks in cladding and partitions.
Immediate Occupancy (Slight to Moderate Damage)	All system components are secured; generators start but may not be adequate to service all power requirements; minor leaks in some joints of water supply pipelines; fire systems and emergency lighting systems are functional; medical gas supply systems are secure and functional if electricity is available, lifts are operable and can be started when power is available.	Medical equipment on floors and walls is secure but power may not be available; some equipment on rollers slides and impacts with something; cupboards, racks cabinets and book shelves do not tip; negligible damage to chemical bottles in the lab; blood stands may tip.	Minor damage to ceilings, chimneys, light fixtures, doors; some window glasses crack; some cracks to partition walls.
Life Safety (Moderate to Heavy Damage)	Lifts out of service, some breakages to pipelines and ducts; some fixtures broken; electrical distribution equipment shifts and may be out of service; breakages in medical supply systems near heavy equipment.	Medical equipment shifts and disconnects from cables but does not overturn; most equipment on rollers slides; some cupboards, racks cabinets and book shelves tip; some damage to chemical bottles in the lab; lab equipment slides from tables.	Extensive cracked glass, some broken glass; severe cracks in partitions and parapets; doors jammed; some fracturing to cladding.
Hazards Reduced Levels (Heavy to Very Heavy Damage)	Some critical systems' equipment slides or overturns; some piping lines rupture; generators will be out of function; some damage to the fire response system.	Equipment rolls, overturns, slides, and cables are disconnected; some equipment requires reconnection and realignment; sensitive equipment may not be functional; cupboards, cabinets and racks overturn and spill contents; severe damage to lab chemicals.	Generally shattered glass and distorted frames; widespread falling hazard; damage to partitions and parapets; severe damage to claddings; extensive damage to light fixtures.

Non-Structural performance levels and damage prescription (Adapted from NEHRP Guidelines for Seismic Rehabilitation of Buildings, FEMA-273).

## PERFORMANCE APPROCHE (PBD)

La durabilité sismique, peut être obtenue en appliquant une nouvelle philosophie de conception appelé Performance Based Design (PBD), qui représente toutes les activités liées à la conception, la construction et l'entretien des ouvrages d'ingénierie, dont le comportement, soit en conditions normales que de charge extrême, répond aux différents besoins et objectifs établis par les propriétaires c'est-à-dire par la société. Le concept d'objectifs de performance, dérivé de la nécessité de garantir aux constructions le non dépassement de un certain niveau de dommage, compte tenu de la probabilité de secousses sismiques et des fonctions pour lesquelles ces bâtiments ont été construits.

Depuis les années 90, après les lourdes pertes résultant de tremblements de terre qui ont sérieusement endommagé sociétés très évoluées comme les USA et le Japon (Loma Prieta, 1989 à Northridge, 1994, Kobe, 1995), il y a eu la nécessité d'un changement décisif dans l'approche de la conception antisismique, ce qui a permis un saut qualitatif à partir des critères d'évaluation ordinaires d'un seul niveau de la sécurité, jusqu'aux critères méthodologies multi-niveaux. Dans ce contexte, s'est affirmé la philosophie de la PBD, qui établit une série d'objectifs de performance qui évitent de dépasser certains seuils de dégâts, selon les caractéristiques de l'événement sismique attendu et selon les fonctionnalités de l'édifice même.



En Italie, avec la législation introduite Le D.M. du 14 Janvier 2008 rentre donc dans cet esprit. En particulier, il assure que la sécurité et la performance doivent être évaluées par rapport à l'état limite (c'est à dire les conditions doublées lesquelles, l'édifice ne réponds plus aux besoins pour lesquels il a été réalisé) qui peuvent survenir pendant la durée de vie nominale de l'œuvre. Les ouvrages et les différents types de structure doit répondre aux exigences suivantes:

- **la sécurité par rapport à l'état limite ultime (SLU):** capacité à éviter les collisions, perte d'équilibre et de graves perturbations, totales ou partielles, qui pourraient compromettre la sécurité des personnes ou d'entraîner la perte de biens ou de causer de graves dommages environnementaux et sociaux ou encore mettre hors de travail l'œuvre;
- **la sécurité de l'état limite de l'exercice (SLE):** capacité à assurer les prestations prévues par les conditions de fonctionnement.

Surmonter un état limite ultime est irréversible et il est appelé 'effondrement' ; surmonter un état limite de exercice, cependant, peut être d'un réversible ou irréversible.

Par rapport aux actions sismiques, les états limites, SLE ou SLU, sont identifiés par référence à la performance du bâtiment dans son ensemble, y compris les éléments structurels, non-structurelles et les installations.

### **Les SLE sont:**

- **Etat limite de opérativité (SLO):**  
après le séisme, le bâtiment dans son ensemble, y compris les éléments de structurels, non-structurels, les appareils pertinentes à sa fonction, ne devrait pas souffrir des dommages importants et des perturbations de l'utilisation;
- **État limite de dommage (SLD):**  
après le séisme, le bâtiment dans son ensemble, y compris les éléments de structurels, non-structurels, les appareils pertinentes à sa fonction, subit des dommages tels que ils ne mettent pas en danger les utilisateurs et ils ne mettent pas à risque la capacité de résistance et de rigidité par rapport aux actions verticales et horizontales, tout en restant immédiatement utilisable même si il y a une interruption de l'utilisation des équipements.

## Les SLU sont:

- Etat limite de sauvegarde de la vie (**SLV**) :

suite au tremblement de terre, le bâtiment subit ruptures et effondrements des composantes structurelles et des installations, et dommages considérables aux éléments structurels auxquels est associée à une perte significative de la rigidité contre les actions horizontales ; l'édifice conserve, par contre, une partie de résistance et de rigidité contre les actions verticales et une marge de sécurité contre l'effondrement pour actions horizontales sismiques;

- État limite de prévention de effondrement (**SLC**):

suite au tremblement de terre, le bâtiment subit ruptures et effondrements des composantes structurelles et des installations, et dommages considérables aux éléments structurels ; la construction a encore une marge de mesures de sécurité par rapport aux actions verticales et une petite marge de sécurité contre l'effondrement des actions horizontales.

Une attention particulière est également accordée à la protection de toutes les composantes de l'œuvre: structuraux, non-structuraux, installations, équipements. Les Règles actuelles contiennent également des exigences explicites pour l'ancrage sismique de systèmes et éléments non structuraux. Pourtant, tous les éléments non structuraux doivent être vérifiés, ainsi que leurs liens avec la structure, en tenant compte à la fois les forces d'inertie que de la distorsion induite à la structure par l'action sismique.

## *Stratégies pour l'amélioration de la performance sismique*

### **Modification locale des éléments structurels**

Alors que certains bâtiments existants ont une capacité suffisante en termes de résistance et de rigidité, un élément structurel peut être peu résistant ou avec une capacité réduite à la déformation. Dans ce cas nous pouvons utiliser les opérations localisées pour l'amélioration des connexions entre les éléments de structure, la résistance et / ou la capacité de déformation. Cette stratégie est économiquement acceptable, alors que seulement un nombre limité d'éléments doivent être renforcés.

Certaines améliorations locales permettent de survivre à des déformations très élevées, sans nécessairement augmenter la résistance de l'élément. Par exemple, enveloppes en acier ou en FRP (Fiber Reinforced Polymers) de piliers en béton armé, permettent d'importants mouvements de la colonne sans perte de résistance.

# Augmentation globale de la rigidité

Certains structures flexibles présentent des comportements sismiques pas appropriés, car les éléments critiques ne possèdent pas une ductilité suffisante pour résister aux déformations engendrées par le tremblement de terre. Un moyen économiquement durable pour améliorer la performance est de fournir rigidité à la structure afin de réduire les exigences de ductilité aux différents éléments structurels. Rigidifier la structure signifie réduire la période naturelle de vibration de la construction, en augmentant ainsi la demande élastique de résistance. L'objectif de rigidifier la structure peut être poursuivi par l'insertion de nouvelles châssis avec contreventements, ou murs de refend en béton armé. Il faut cependant s'assurer que les contreventements introduits aient une rigidité compatible avec les structures existantes afin d'éviter une défaillance prématurée et fragile pour les éléments existants.

