

Avec le BIM s'ouvre l'ère numérique du monde de la construction

Daniele Ravagni

Ce n'est certes pas chose facile d'expliquer en quelques lignes ce qu'est le BIM et surtout de convaincre le lecteur de son utilité. Néanmoins, j'essaierai de montrer dans cet article à quel point il peut être important d'utiliser les instruments les plus modernes qui nous permettent, plus efficacement et aussi plus économiquement, d'entretenir les bâtiments tout au long du cycle de leur vie, précisément parce que c'est là que nous travaillons et/ou vivons avec ceux qui nous sont chers.

Le *Building Information Modeling* (BIM) (Modélisation des Informations de la Construction) également connu sous le nom de Modélisation informative, n'est rien d'autre qu'une méthode empruntée aux procédés industriels les plus avancés, conçus dans les domaines de l'aérospatiale et de la construction automobile. Dans ces procédés, le « modèle » est doté de toutes les informations qui serviront à sa réalisation, à sa gestion, à sa maintenance pendant son cycle complet de vie, afin de prévenir et de réduire les possibilités d'erreur ou d'optimiser les procédés d'exécution, de vérification et de contrôle.

Ce qu'on appelle « Modèle » est la représentation géométrique 3D qui permet d'analyser, de contrôler, de simuler le comportement et les performances d'un objet ou d'un groupe d'objets, dans le cas présent d'un bâtiment. Pour faire cette analyse avancée, chaque élément est doté de propriétés et d'informations : l'ensemble s'appelle *un modèle numérique* ou BIM.

Au cours des dernières années, c'est la seconde des trois lettres qui forment l'acronyme BIM qui a pris le plus d'importance, le « I » de **Information** ; il importe donc d'en comprendre le sens exact et pour ce faire, nous reprendrons la définition qu'en donnent deux des plus grands théoriciens du BIM, les Professeurs Succar et Landauer.

*« Le terme "Information" recouvre cinq niveaux de "sens" qu'il nous faut comprendre :
Données, Informations, Connaissance, Compréhension et Sagesse.*

• **Données** – ce sont les informations de base.

Les données sont ce que je peux observer et collecter.

• **Informations** – cela représente la connexion de données avec d'autres données ou avec un contexte.

Les informations sont ce que je peux observer et décrire (collecter, puis exprimer).

• **Connaissance** – c'est l'objectif qu'on peut atteindre à partir des informations.

La connaissance est ce qu'on observe, décrit et qui rend capable de faire.

• **Compréhension** – c'est la transmission et l'explication d'un phénomène dans un certain contexte.

La compréhension concerne ce que je peux observer, décrire, faire et enseigner.

• **Sagesse** – c'est l'action basée sur le phénomène de compréhension entre des domaines hétérogènes.

La sagesse consiste à observer, à décrire, à faire et à enseigner de manière transversale d'une discipline à l'autre et d'un environnement à l'autre. »

Au cours des prochaines années, nous assisterons à une profonde transformation des procédés de conception, de réalisation et de gestion dans le domaine de la construction, basés sur l'Information, qu'il s'agisse de bâtiments de dimensions modestes, neufs ou existants, ou de grands ouvrages et infrastructures. Les procédés de décision, pour le cycle complet de vie des immeubles et des infrastructures, seront donc déterminés et traités à partir de données numériques insérées dans le Modèle virtuel, « égal » en tous points à l'objet réel.

Cette nouvelle approche méthodologique et technologique fait entrer le bâtiment, qu'il s'agisse d'une construction neuve ou de réhabilitation, dans une ère de transformations qui concernera tous les aspects, tous les acteurs et tous ceux qui sont concernés par le processus de construction.

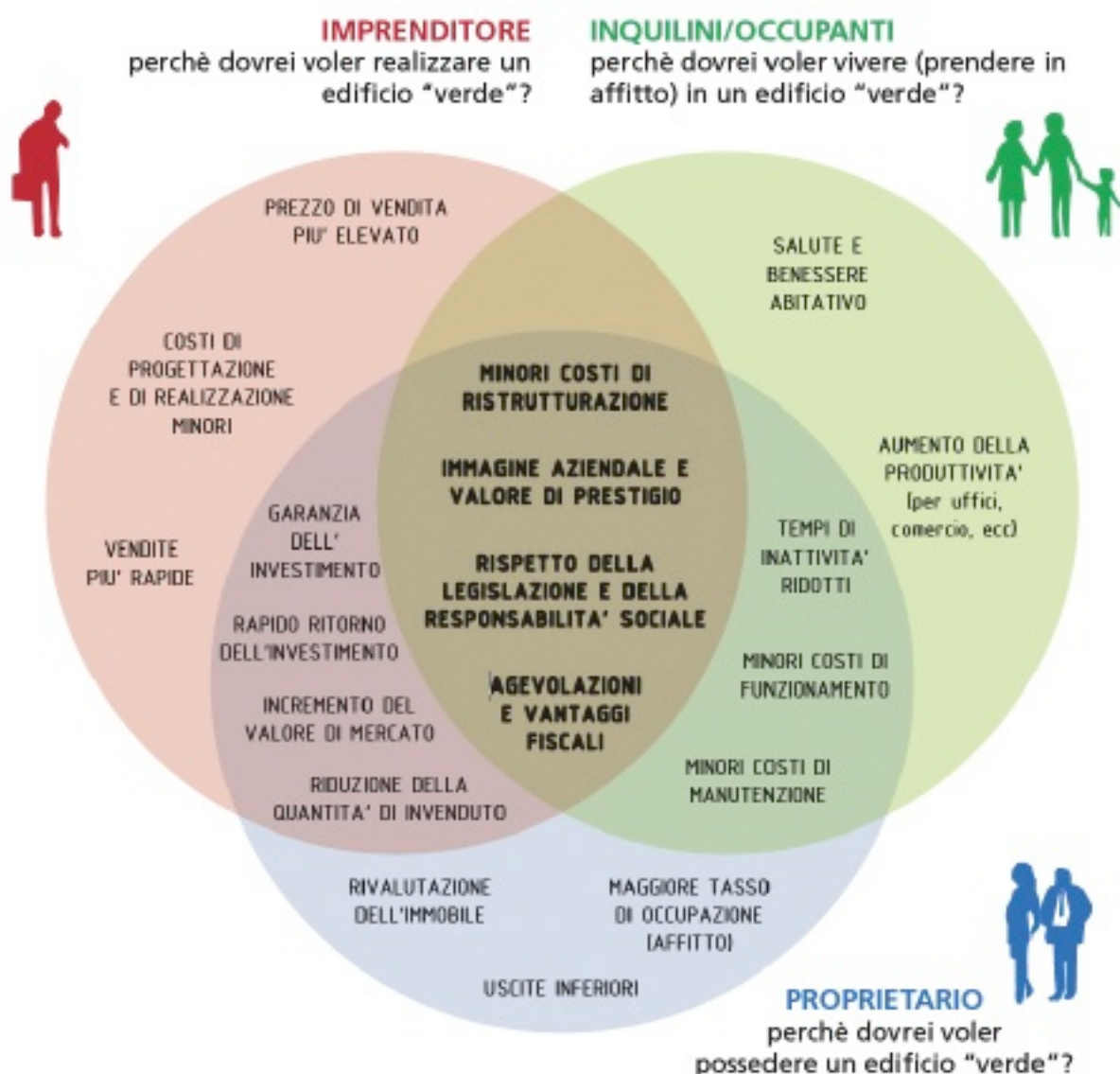
Ce passage d'un point de vue « analogico-matériel » à un point de vue « numérique-informatif » fait partie d'un phénomène plus vaste, connu sous le nom de « Quatrième Révolution Industrielle » ou, en termes de programme de développement sous le nom d'« Industrie 4.0 ».

Dans cette optique, on a spécialement investi dans le secteur de la construction, considéré, par comparaison avec d'autres secteurs, comme une industrie habituellement lente à assimiler les avancées technologiques, donc peu productive et, qui plus est, en retard dans le recours au numérique, sur tous les autres secteurs.

Le peu d'intégration de la filière est une des causes principales du peu de productivité du secteur bâtiment : les acteurs de la filière bâtiment sont rarement coopératifs, pire, ils sont souvent concurrents et poursuivent ou privilégient des intérêts divergents les uns des autres. Ce phénomène est dû au renouvellement constant des acteurs eux-mêmes, dans la mesure où la filière se réorganise de chantier en chantier, mais aussi au modèle commercial qui s'est consolidé au fil du temps et dans lequel entreprises et sous-traitants tirent bénéfice des erreurs et des changements.

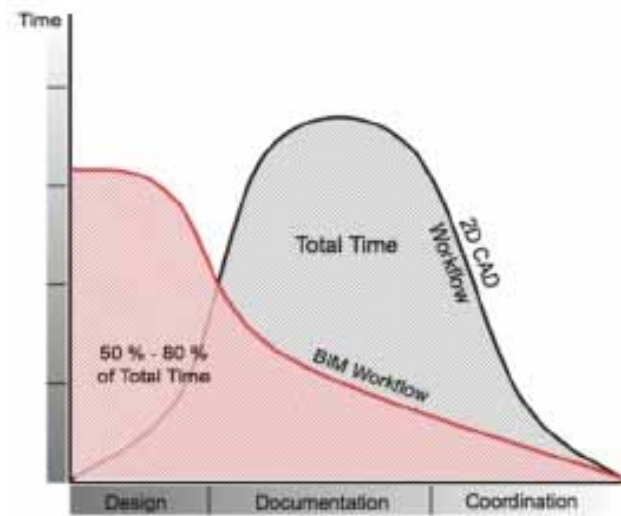
Un des principaux effets du BIM est au contraire d'inverser la tendance à poursuivre ses intérêts personnels en faveur des intérêts et des avantages communs, par exemple pour réduire les erreurs de projection et de programmation. Ceci permet une économie d'échelle et une amélioration de la qualité qui satisfera à la fois le commanditaire et l'acheteur-usager.

Appliqué au BIM, le terme de « productivité » doit donc être compris non pas en un sens étroitement économique, mais au sens plus large de rentabilité, d'efficacité et d'efficacité, que ce soit pour le propriétaire, le constructeur, les gestionnaires ou pour l'utilisateur.

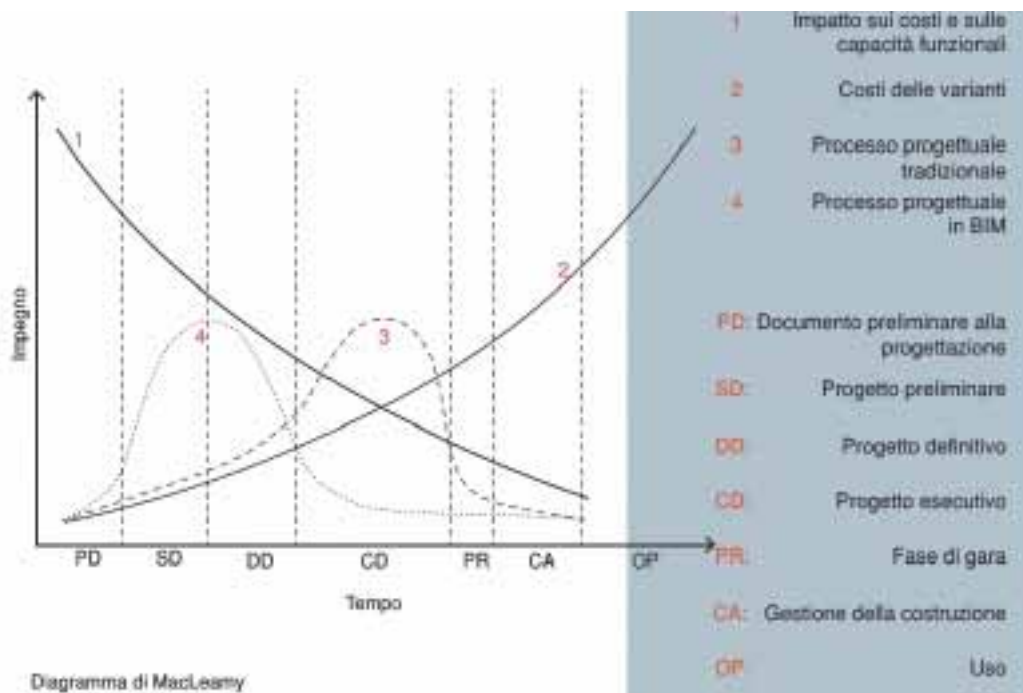


Un autre aspect propre à la méthodologie BIM réside dans le processus de travail où sont intégrées, à haut niveau et de façon très avancée, diverses disciplines : architecture, structure, implantation, ce qui permet globalement une considérable économie de temps et de meilleures garanties de résultat, comparé au mode opératoire actuel.

Outre le gain de temps, et donc la réduction des coûts, la Planification Intégrée permet de prévoir comment se comportera le bien, bâtiment ou infrastructure, en tendant à réduire, sinon à éliminer, d'éventuels comportements indésirables, par exemple d'un point de vue énergétique, économique et écologique.



Le diagramme de MacLeamy est très parlant. Il montre que plus la conception est anticipée (et donc la planification, la programmation et la stratégie du projet BIM), et plus on parvient à maîtriser les coûts et le rapport capacités-qualité du travail, comparés au prix élevé qu'entraînent l'évolution et la dégradation du bien quand la planification s'étale dans le temps.



Tout en se basant sur les techniques traditionnelles de modélisation architectonique tridimensionnelle, le BIM représente une évolution « intelligente » du modèle en 3D.

En effet, le Modèle BIM regroupe non seulement les simples informations géométriques des éléments de la construction et des composants, mais aussi tous les documents et informations nécessaires à la gestion technico-économique de l'intervention, à sa réalisation et la programmation successive de la maintenance.



L'approche BIM se caractérise par une **plus grande qualité** du projet et une **gestion plus efficace** de la construction ou de la réhabilitation d'un bâtiment.

La somme des avantages concrets qu'offre le BIM se traduit en effet par un saut qualitatif du projet et des procédés qui lui sont associés. Une plus grande précision de l'information et un très haut niveau de précision dans l'exécution sont à chaque fois autant de facteurs d'amélioration à chacune des phases de l'exécution et de la gestion.

Ce qui signifie une réduction de la marge d'erreurs, un calcul plus précis des besoins, des coûts, du temps, une réduction importante des modifications à apporter en cours de réalisation et des dépenses relatives, des analyses prévisionnelles et de consommation plus précise, sans pertes d'argent.

Le BIM est donc certainement en mesure de générer **une valeur ajoutée**.

En guise de démonstration, nous prendrons deux exemples de BIM appliqué à des édifices de caractère historique. C'est justement dans les domaines de la maintenance, de la réhabilitation et du rendement des édifices existants et historiques que les propriétaires, qu'ils soient publics ou privés, peuvent obtenir les meilleurs résultats, et avant tout la charge et l'honneur de préserver et de transmettre aux générations suivantes l'héritage que nos pères nous ont légués et des cultures qui ont précédé la nôtre.

EXEMPLE 01

« **Projet intégré de réhabilitation des édifices historiques – projet pilote SALICOTTO à Sienne** »
lauréat du prix **BIM&Digital, Italie 2017**

Cet exemple se réfère à l'application de la méthode et des instruments BIM en vue de la **réhabilitation architectonique, de l'économie d'énergie et de la réduction des risques sismiques** d'un ensemble urbain historique dans la rue Salicotto, à Sienne (Italie) et se décline ainsi :

- étude de faisabilité ;
- projet préliminaire global « Edifice » et « Agrégat urbain » ;
- projet définitif, exécutif et gestion des travaux - « Edifice » ;
- calcul et planification du retour d'investissement.

La réalisation du **Projet intégré de réhabilitation des édifices historiques – projet pilote SALICOTTO, à Sienne**, s'est effectuée entre la fin de l'année 2012 et le début de l'année 2015 ; c'est un projet entièrement autofinancé, avec pour objectif d'anticiper et d'innover ce qui sera nécessairement **l'avenir de l'architecture et de la construction**, ou en d'autres termes, la **récupération de la qualité** et la conservation de notre énorme patrimoine architectural, véritable fonds et mine d'or pour l'Italie.

L'objectif et l'ambition du projet ont été de construire une approche méthodologique et holistique, capable de conjuguer, à travers le **Projet Intégré**, les aspects techniques (architectonique, statique et énergétique) tout comme les aspects socio-économiques (liés aux diverses parties intéressées), et en mesure d'amorcer la « **résilience** » du « patrimoine », architectural et culturel, en vue d'une conservation viable.

On a commencé par étudier et analyser en détails le cas d'un immeuble type. Un projet d'exécution a été élaboré pour les parties communes comprenant l'isolation du toit et le remplacement de l'éclairage de la cage d'escalier commun. Les données collectées ont donc été appliquées à toute l'agglomération, sauf pour les bâtiments au début et à la fin du bloc, qui ont été étudiés en fonction de leur comportement statique particulier. En partant de ces données réelles, il a ainsi été possible d'élaborer un projet préliminaire et un calcul métrique global à l'échelle du pâté de maisons. Ceci a permis d'évaluer **une notable réduction des prix de revient** des travaux sur les parties communes et sur d'autres parties ainsi qu'une **réelle amélioration** du rendement énergétique et de la réduction des risques sismiques.

Le protocole auquel cette approche projective a donné naissance constitue précisément une nouvelle forme de procédure pour la réhabilitation d'un bâtiment à partir d'instruments de réalisation et de gestion les plus innovants dans une optique d'intégration des travaux.

L'objectif est de réaliser une réhabilitation avec des critères élevés dans le domaine énergétique, des garanties sismiques, du bien-être des occupants, à partir de modèles interactifs. Ceux-ci permettent de prévoir l'évolution réelle et les faiblesses du bâtiment en travaux et en même temps d'en favoriser la résilience par une meilleure conservation.

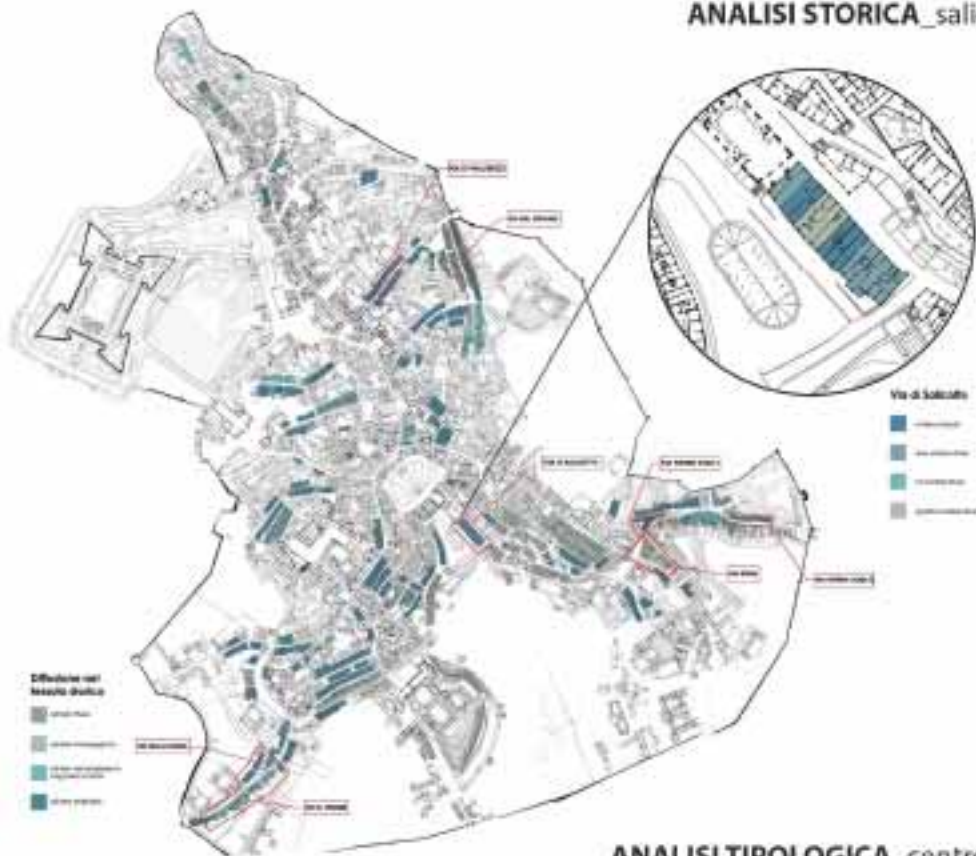
Outre la création d'un cercle vertueux pour la reprise de l'économie dans le secteur du bâtiment et de l'immobilier, **nombreux sont les avantages** que peut apporter l'adoption du « Protocole » pour :

- **l'environnement** : réduction de la consommation de ressources naturelles–réduction des émissions de CO2 ; rationalisation de l'utilisation des ressources ;
- **les propriétaires** : amélioration du bien-être et de la sécurité ; maîtrise des désagréments dus au chantier ; procédure plus rapide et paquet « clé en main » ; économie d'énergie, garantie d'investissement, valeur ajoutée à l'immobilier ;
- **l'administration publique** : amélioration du bien-être social, urbain et de la sécurité pour les habitants ; accès aux contributions et aux financements nationaux et européens ; attraction de nouveaux occupants et repeuplement du centre historique ;
- **le système de crédit** : gain sur les intérêts ; augmentation du nombre d'opérations bancaires ; acquisition de nouveaux clients et titulaires de comptes ; visibilité et pénétration du territoire ;
- **les gestionnaires** : moins de contentieux ; programmation efficace de la maintenance ; création de nouveaux types professionnels (gérants d'équipements) ; contrôle à distance et constante mise à jour "As Built" (tel que construit).

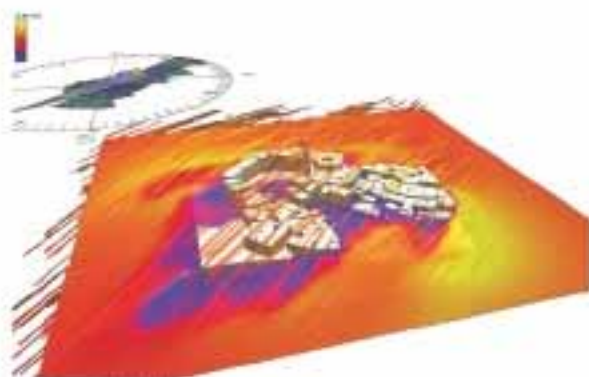
Pour qu'une telle proposition soit efficace, il faut favoriser une « **convergence des intérêts et une synergie** » entre tous les acteurs du secteur où « *Tout le monde est gagnant* ». C'est l'œuf de Colomb ... mais pour rester debout, il faut une **technologie et une méthodologie évoluées et la volonté d'innover**.



ANALISI STORICA_salicotto 28



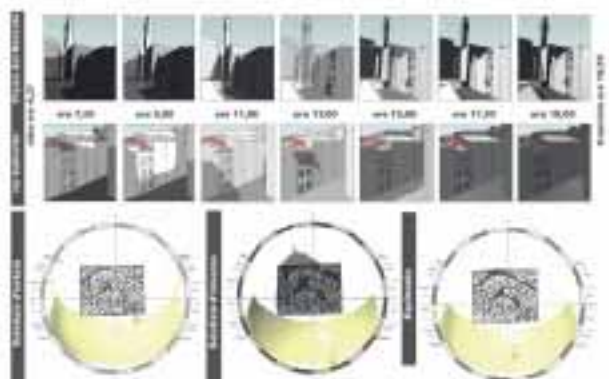
ANALISI TIPOLOGICA_centro storico



Mappe di ricerca dei venti prevalenti



Mappe di irraggiamento solare dell'aggregato in via Salsotto, soluzione d'insieme



STUDIO SOLARE, soluzione 2B



RIEVO MORFOLOGICO, soluzione 2B

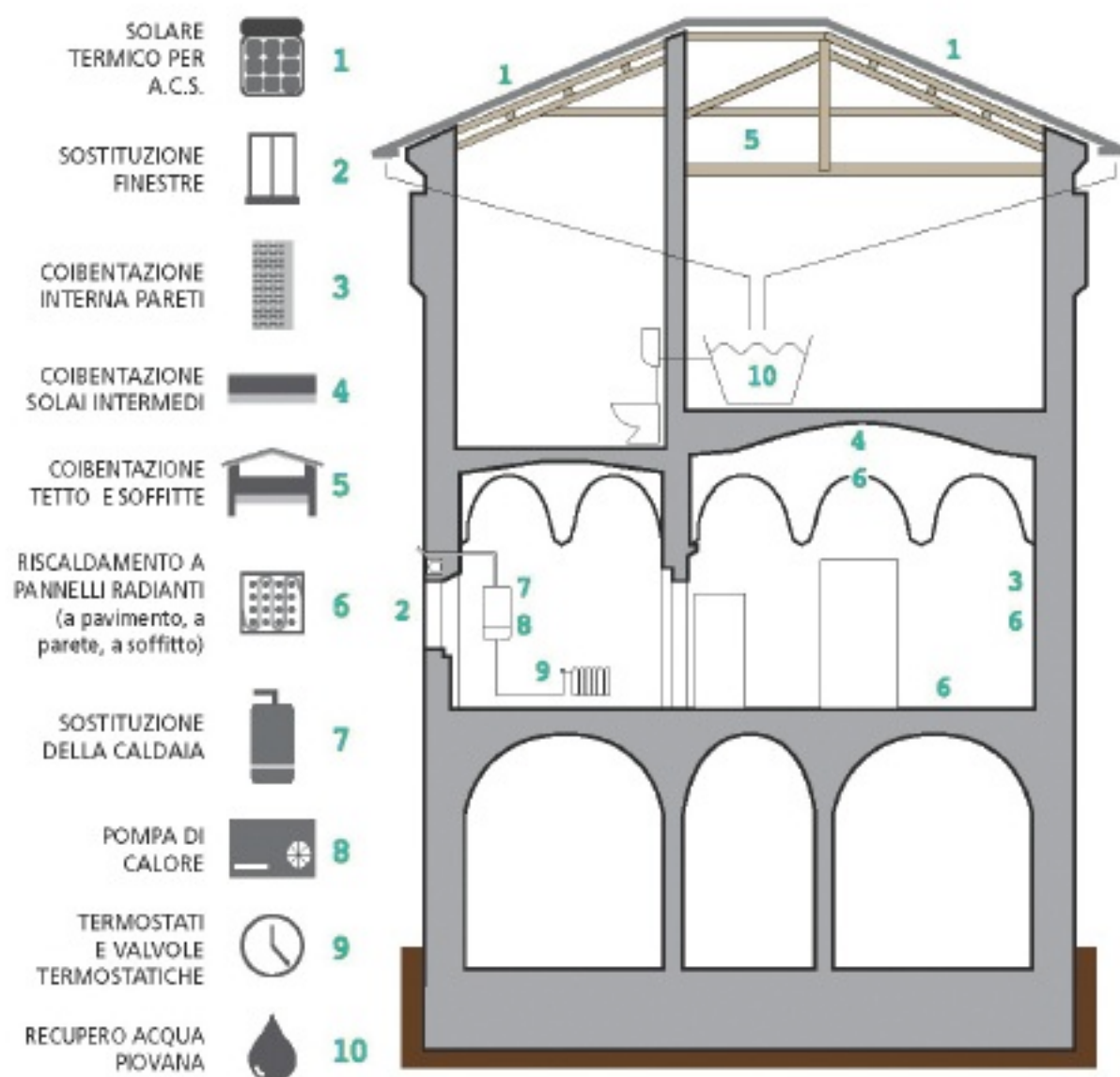
Riqualificazione energetica del costruito storico: Casa a Schiera a Siena

Interventi Architettonici	Interventi Energetici	Interventi Strutturali	Interventi in esterno	Costo Singolo Progetto	Costo Progettazione Integrale
<ul style="list-style-type: none"> Interventi di restauro e manutenzione ordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria 	<ul style="list-style-type: none"> Interventi di restauro e manutenzione ordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria 	<ul style="list-style-type: none"> Interventi di restauro e manutenzione ordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria 	<ul style="list-style-type: none"> Interventi di restauro e manutenzione ordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria 	<ul style="list-style-type: none"> Interventi di restauro e manutenzione ordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria 	<ul style="list-style-type: none"> Interventi di restauro e manutenzione ordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria Interventi di restauro e manutenzione straordinaria
				10.131,30 €	103 € m ²
				10.131,30 €	72 € m ²
				10.131,30 €	600,30 € m ²
				10.131,30 €	200,84 € m ²



Come riqualificare l'edificato storico

LE POSSIBILI TIPOLOGIE DI INTERVENTO



Riqualificazione del sistema edificio

IL POTENZIALE DELLA RIQUALIFICAZIONE

42 miliardi di euro per consumi energetici, una media di € 1.635 a famiglia (€ 1.800 Nord/€ 1.400 Sud).

Solo il 39,3% famiglie ha una lavastoviglie; *nell'ottica globale del risparmio idrico è raccomandato un incremento dell'uso di tale elettrodomestico, anche se a fronte di un maggior consumo di energia, auspicabilmente da fonti rinnovabili.*

Più del 30% delle famiglie usa l'aria condizionata, oltre il 66% ha un impianto di riscaldamento autonomo.

Aumentano gli investimenti sul risparmio energetico di cui i 3/4 riguardano la sostituzione di lampade.

ITALIA_2013 fonte ISTAT



INTERVENTO	POTENZIALE RISPARMIO ENERGETICO	POTENZIALE SICUREZZA SISMICA
ristrutturazione della COPERTURA	(cappotto esterno + consolidamento) 7-15%	consolidamento 5-20%
sostituzione degli INFISSI	14-21%	/
ristrutturazione della CANTINA/FONDAZIONI	(cappotto/vespaio + consolidamento) 7-11%	consolidamento 4-12%
ristrutturazione FACCIATE	(cappotto int./est. + consolidamento) 11-20%	consolidamento 10-25%
riqualificazione TOTALE	60-80%	70-85%
fotovoltaico + solare termico	10-20%	/

EXEMPLE 02

« Modélisation BIM des propriétés immobilières de la Congrégation de Subiaco-Mont-Cassin de l'ordre de Saint-Benoît à Sienne (Italie) » réalisée entre la fin de l'année 2018 et le milieu de l'année 2019.



Cette charge m'a été confiée après que, en qualité d'architecte, j'ai fait une expertise des propriétés immobilières de la Congrégation. Il s'en dégageait une valeur immobilière globale appréciable, mais aussi une prochaine dégradation de la qualité des bâtiments, due à une carence de la maintenance repoussée au cours des années passées. D'où dévalorisation et augmentation des coûts de réhabilitation au cours des années à venir.

La proposition que j'ai faite à la Commission consistait à faire une « photographie » de la situation actuelle, de façon à faire prendre pleinement conscience des carences et des besoins, des plus urgentes à celles qui, bien que nécessaires, pouvaient être retardées dans un laps de temps raisonnable et raisonné. J'ai reçu un accord favorable et suscité l'intérêt de la Commission. La « photographie » de l'état des lieux est devenue *parlante*, grâce à la grande quantité d'« informations » que permet l'utilisation des instruments et de la méthodologie BIM.

Un travail de collaboration avec la Commission a permis de collecter et de relier en un seul ensemble un grand nombre d'informations et de documents qui étaient jusqu'alors stockées ici et là, donc de façon incohérente. Ce type d'ensemble s'appelle, d'après les normes de l'UNI 11337 (Commission nationale italienne d'harmonisation), en vigueur en Italie, l'Unité de Données Commune (CDE), et correspond au « Common Data Environment », selon les normes anglo-saxonnes du BIM.

Y sont rassemblés les documents les plus divers, des plans du cadastre, aux contrats, à la documentation photographique actuelle et ancienne, et aux travaux effectués. La Commission peut y consulter et y visualiser également les modèles de tous les édifices, soit :

- 1- l'église Saint-Benoît ;
- 2- le monastère attenant à l'église ;
- 3- le bâtiment historique qui abrite l'école maternelle ("Scuola per l'Infanzia") et le « Nid d'enfants » ;
- 4- les bâtiments à usage commercial comprenant le supermarché « Simply » et d'autres établissements publics.

La modélisation BIM a immédiatement permis d'effectuer, pour chaque bâtiment, une analyse préliminaire des dépenses énergétiques, donnant une idée des économies possibles en ce domaine, et donc de pouvoir programmer les priorités.

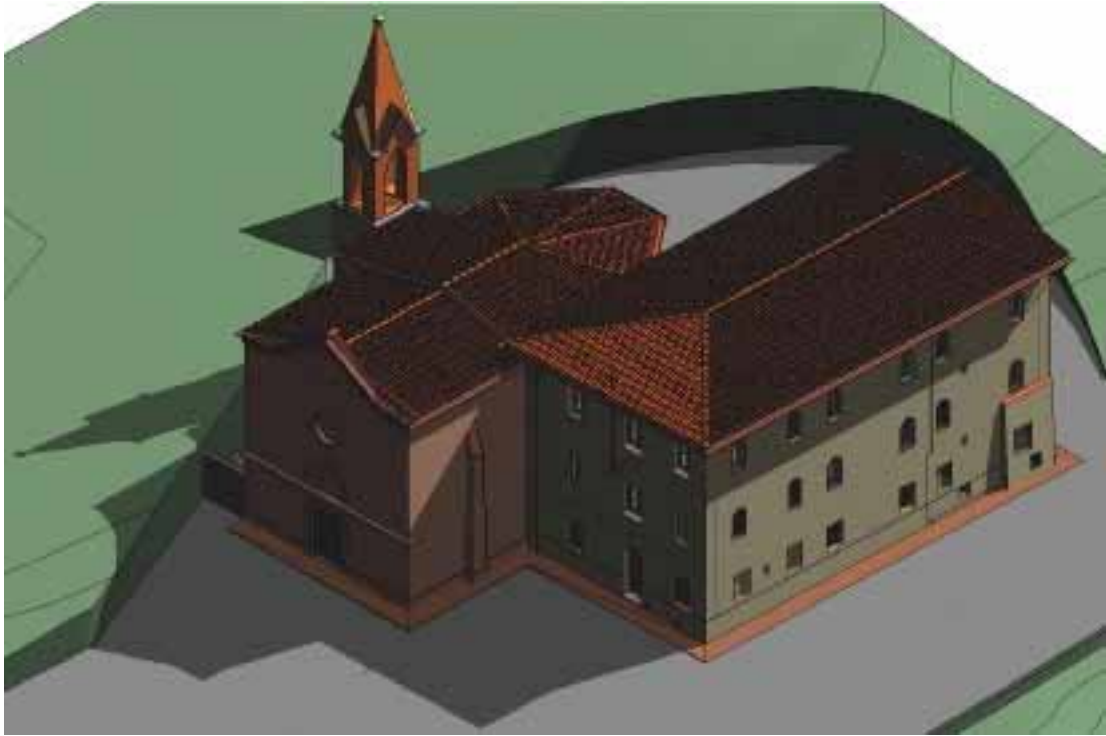
La modélisation a permis en même temps de mieux connaître les bâtiments et de définir les démarches administratives nécessaires aux travaux urgents de maintenance extraordinaire qu'on ne pouvait repousser à plus tard et qui, de toute façon, s'imposaient, soit :

- 1- Travaux à faire sur le petit monastère, avec l'imperméabilisation du toit (manquant) et la réfection de toutes les parties abîmées de l'enduit de la façade, suivie de la réfection complète de la peinture, ainsi que le remplacement ou l'intégration de doubles fenêtres sur la face exposée au Nord.
- 2- Travaux sur l'église, classée « Monument historique », soumis à la tutelle de la Direction Générale des Beaux-Arts de Sienne, comprenant le nettoyage, la réfection des enduits abîmés et la peinture des façades.

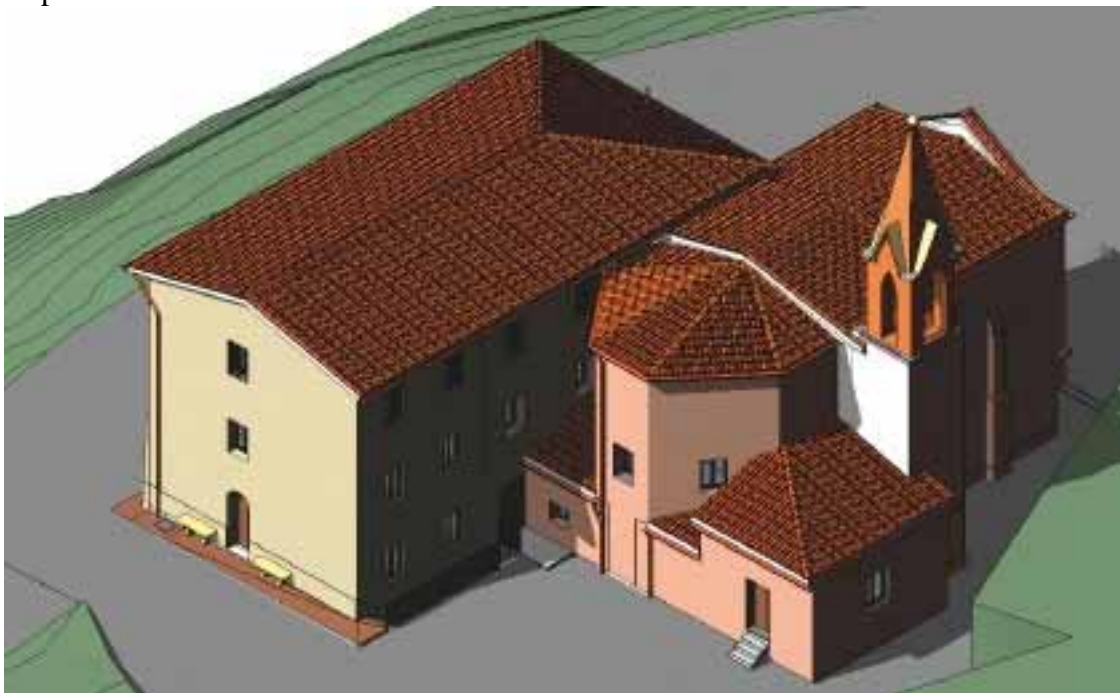
À partir de l'Unité de Données Commune (CDE), placé dans le *cloud* (« nuage numérique »), et partagée sur internet, l'intervenant professionnel (c'est-à-dire moi-même) et le représentant de la Commission peuvent accéder à n'importe quel type de données ou document numérisés, graphiques ou textuels, utiles non seulement à la gestion ordinaire, par exemple les archives des certificats de prestation énergétique

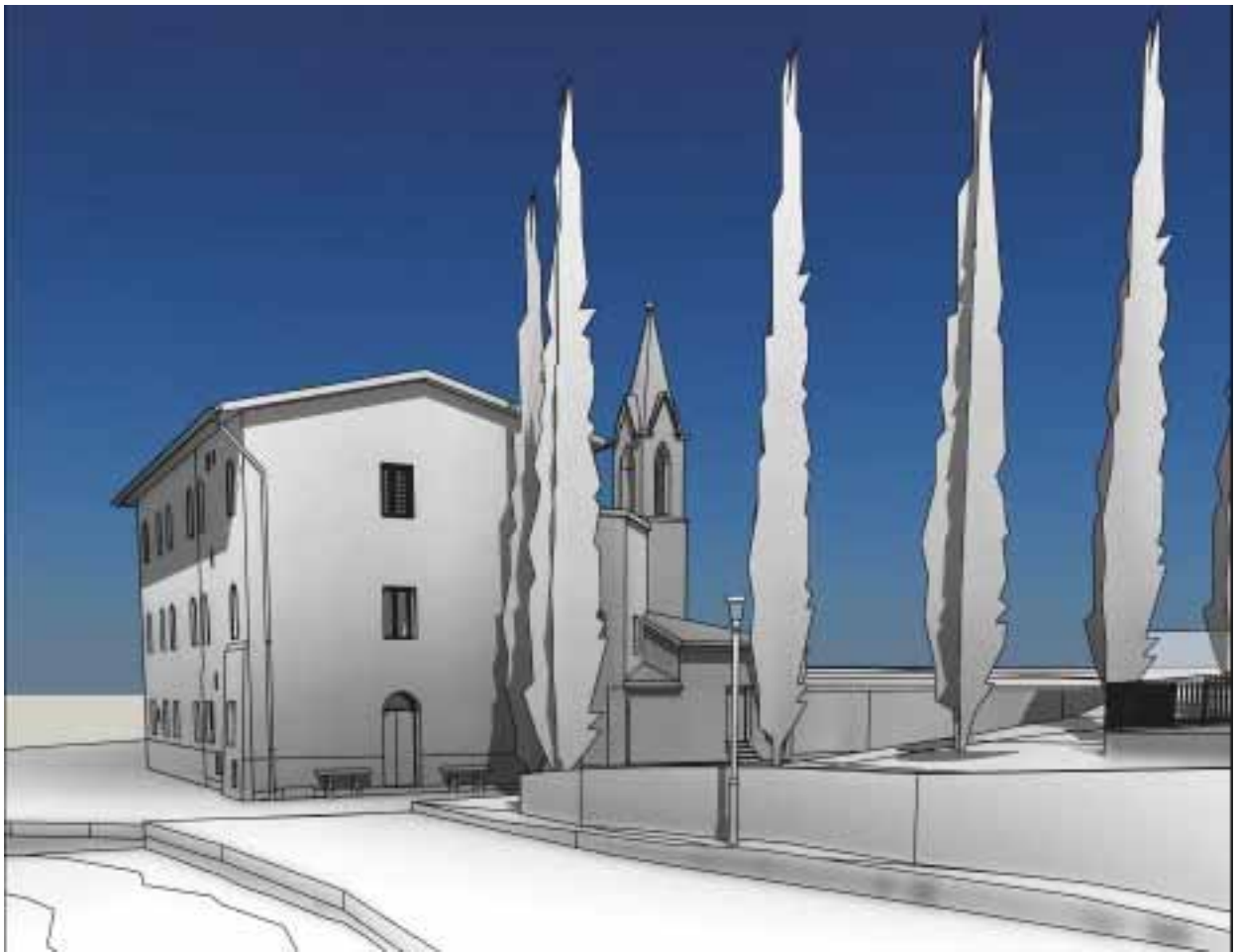
nécessaires aux contrats de location ou de vente, ou bien à la gestion extraordinaire des travaux. Toutes les données quantitatives et graphiques du modèle sont facilement accessibles, par exemple pour effectuer des démarches de travaux ou pour faire des devis de calcul métrique très précis.

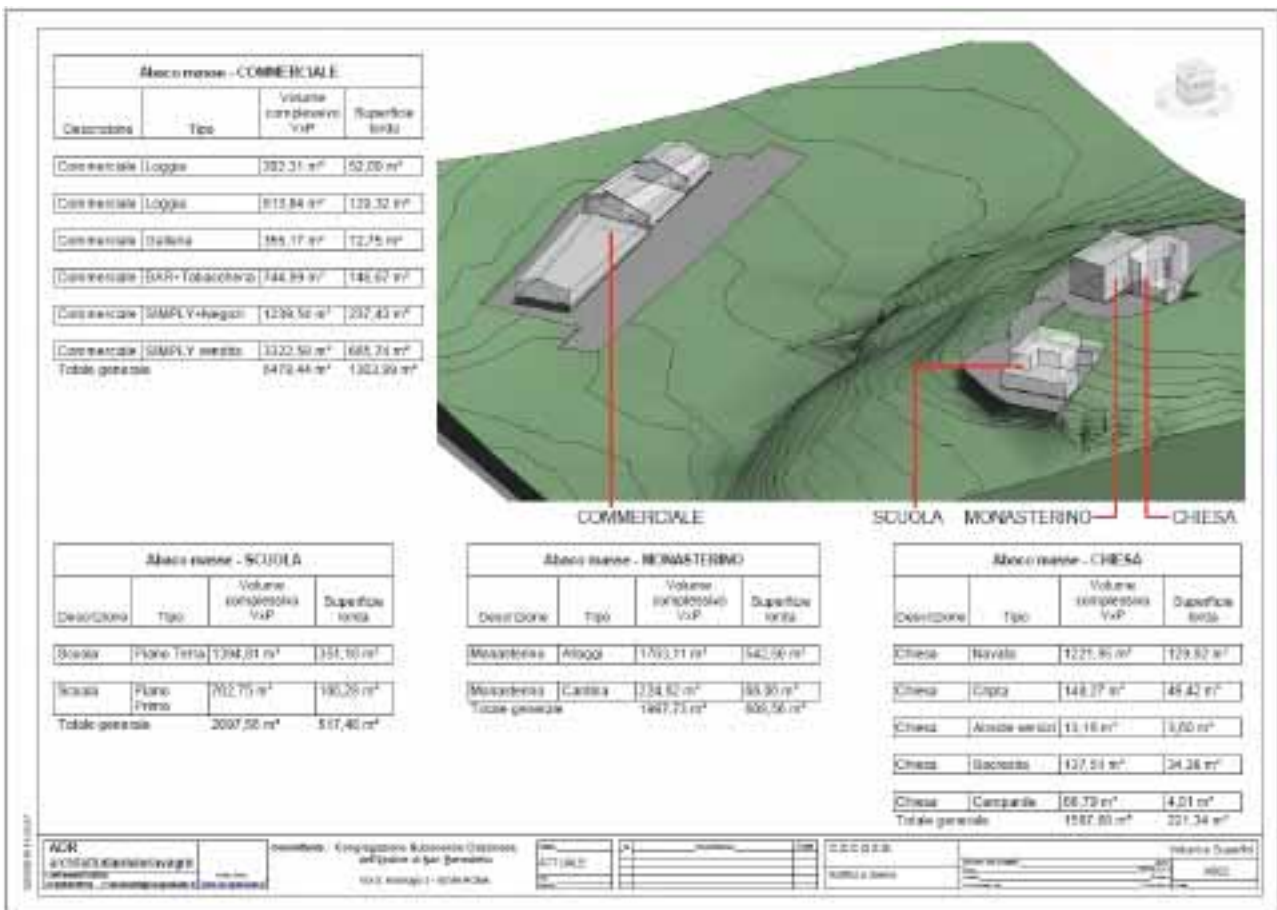
La méthodologie BIM offre donc la possibilité de disposer d'une « banque de données » qui s'étoffe et s'enrichit chaque fois qu'on effectue des travaux. Ceci permet au propriétaire de connaître parfaitement l'état de salubrité de ses biens et d'intervenir de façon programmée avant qu'ils ne se dégradent. Cette prévention organisée et programmée permet une notable économie de temps et une valeur accrue des biens, maintenus dans leur meilleur état, en plus des avantages directs qu'en retirent les usagers.



Église et petit monastère





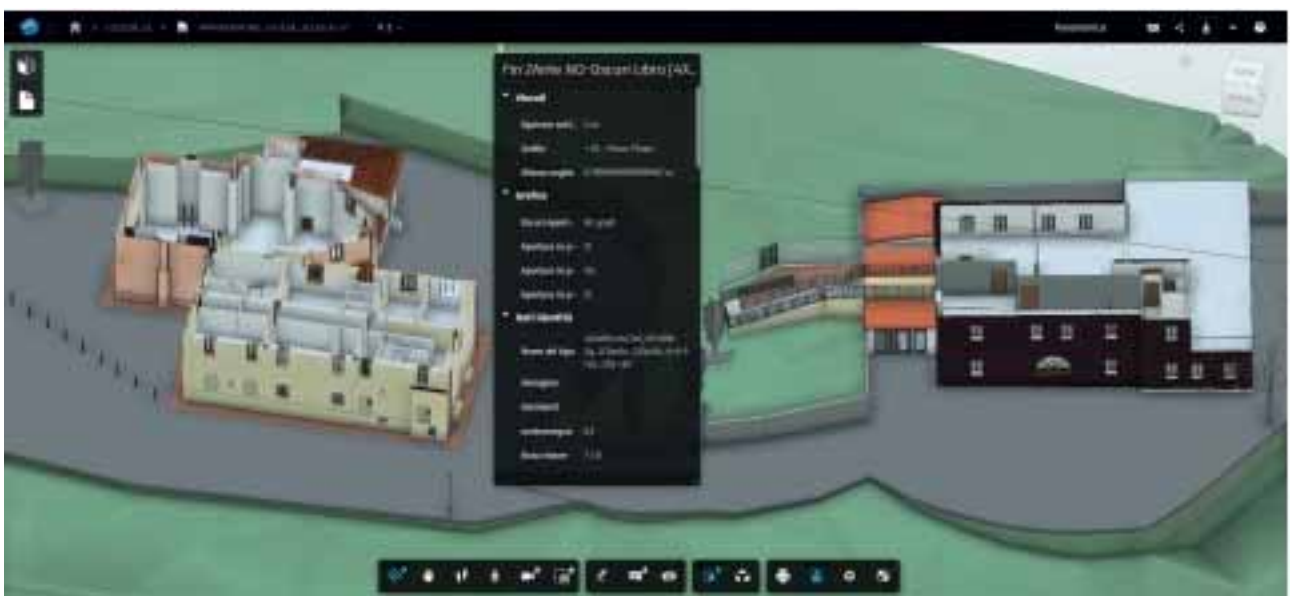


Calcul des volumes et des superficies

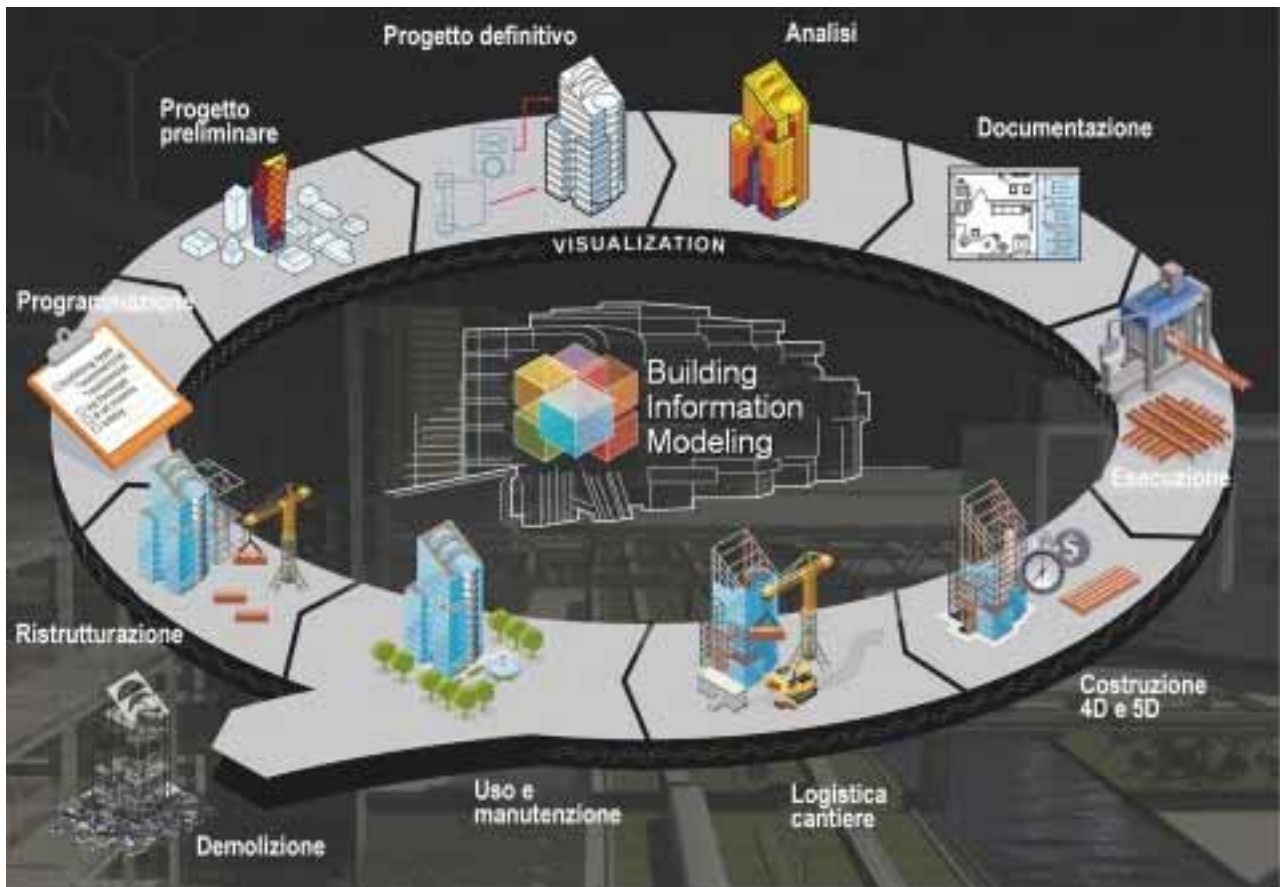


Aspect Commercial

Vue de l'Environnement de Données Commun (CDE) dans le *cloud* (« nuage numérique ») ; visualisables et interrogeables, avec la possibilité, pour la Commission, d'insérer des notes



Cet article se veut une brève introduction au BIM et à la révolution numérique du secteur du Bâtiment qui permet à tous les « acteurs » d’avoir une vision des transformations en cours.



Daniele Ravagni

Est architecte, auteur de projets de constructions nouvelles ou de restauration et de réhabilitation de monuments historiques. Depuis 2012, il s’occupe de la formation au BIM et au REVIT, soit auprès des particuliers, soit auprès de l’ordre des Architectes de Siene et de Grosseto, des Écoles du Bâtiment de Siene, Arezzo et Grosseto, et des Centres de Formation conventionnés de la région Toscane.

Il est un des premiers en Italie à utiliser les instruments de projet BIM depuis plus de 15 ans (Autodesk REVIT - *Building Design Suite Premium*) et le premier architecte au monde à avoir appliqué la méthodologie BIM dans la définition d’une procédure de programmation des travaux à l’échelle du tissu urbain historique.

Il vit et a son Cabinet d’architecture à Siene (Italie). www.ravagnistudio.it