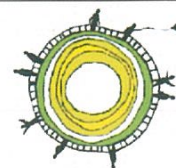




This project is funded  
by the European Union

European Union Confidence Building Measures Programme  
Programul Uniunii Europene "Măsuri de Promovare a Încrederii"  
Программа Европейского Союза "Меры по укреплению доверия"



CLIENT: European Union Delegation to Moldova through its operational contractor UNDP

## Technical Expertise and develop Detailed Technical Design for CONSERVATION AND RESTORATION WORKS OF BENDER FORTRESS (Phase I)

### DETAILED TECHNICAL DESIGN

#### TEAM LEADER



Studio Berlucchi srl  
Arch. Eng. Nicola Berlucchi - Eng. Nicola Fumagalli

With the collaboration of  
Arch. Flavia Mainardi, Eng. Alessandro Trevisi

[www.studioberlucchi.it](http://www.studioberlucchi.it)

#### INTERNATIONAL EXPERTS

Prof. Donatella Fiorani  
Conservation expert

Prof. Carlo Blasi  
Structure restoration expert



GEOGRA' srl  
Architectonical Survey



SOING srl  
Diagnostics and analysis

Arch. Carlotta Cocco  
GBC HB Expert

#### LOCAL EXPERTS

Dr. Sergiu Musteata  
Archaeologist

Dr. Igor Nicoara  
Geologist

Eng. Evgeni Cutia  
Local Engineer

Arch. Corina Fisticanu  
Local Architect

C			
B			
A			
-	07-2020	first emission	C226_P_EA_r02.doc
	DATE	REVISION	FILE NAME

TITLE: EXPLANATION NOTE	ASSIGN. CODE	DOCUMENT CODE				
		PRATICA	PARTE	DISC. PROG.	NUMERO	REV.
	C226	-	P	PE	r02	-
REPRESENTATION SCALE:	INTERNAL CODE:					

EXPERT STAMP AND SIGNATURE:

This project is funded by the European Union  
and implemented by the  
United Nations Development Programme



Empowered lives.  
Resilient nations.

## Содержание

<b>1</b>	<b>Общая информация .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Принципы и требования .....</b>	<b>5</b>
2.1	Руководящие принципы, положенные в основу проекта.....	5
2.2	Требования .....	6
2.2.1	Квалификация, аттестация и опыт работы в области реставрации объектов культурного наследия подрядчика и его субподрядчиков и работников .....	6
2.2.2	Реставрационные процессы, изделия и материалы .....	7
2.3	Услуги и испытания, которые должны быть предоставлены /проведены подрядчиком до начала работ .....	11
<b>3</b>	<b>Исходные данные, общие данные и расположение .....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>Описание и оценка фактического состояния Цитадели и нижней крепости.....</b>	<b>17</b>
4.1	Обследование для определения геометрической характеристики и создания базы данных крепости.....	17
4.2	Технология строительных работ и основные вопросы: фундаменты и типы грунта .....	21
4.3	Технология строительства и основные вопросы: фасады, высотные отметки и каменные кладки .....	23
4.4	Несовместимость недавних реставрационных вмешательств .....	27
4.5	Вопросы безопасного использования памятника.....	29
4.6	Проблемы с отводом дождевой воды .....	30
<b>5</b>	<b>Резюме мероприятий, запланированных и разработанных на данном этапе.....</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>Архитектурно-реставрационные работы.....</b>	<b>33</b>
6.1	Восстановление и достройка башен A2, A3 и A4 и стен между ними (руководство по будущим реставрационным вмешательствам) .....	33
6.1.1	<i>Дорожки, лестницы и дозорный путь .....</i>	<i>34</i>
6.1.2	<i>Зубчатые стены .....</i>	<i>39</i>
6.1.3	<i>Каменные поверхности .....</i>	<i>41</i>
6.1.4	<i>Кровля .....</i>	<i>45</i>
6.1.5	<i>Недавние вмешательства .....</i>	<i>46</i>
6.2	Общие и эксплуатационные показания к восстановлению каменных кладок .....	49
6.3	Реставрационное вмешательство на других участках крепости.....	53
6.3.1	<i>Крепление и ремонт каменных фасадов .....</i>	<i>53</i>
6.3.2	<i>Крепостной вал B7: обеспечение вмешательства для обеспечения безопасного доступа посетителей .....</i>	<i>54</i>
6.3.3	<i>Дозорный путь, переходы, лестницы и перила .....</i>	<i>55</i>

6.3.4	Дренажная система.....	58
<b>7</b>	<b>Структурные вмешательства .....</b>	<b>62</b>
7.1	Ссылочный стандарт.....	62
7.2	Армирование кладки.....	63
7.2.1	Очередность производственных процессов .....	65
7.3	Укрепление башни А6.....	68
7.3.1	Калибровка анкерных креплений.....	69
7.4	Усиление водонапорной башни.....	73
7.4.1	Расчет статического давления свода павильона .....	75
7.4.2	Калибровка и поверка стяжных болтов .....	76
7.4.3	Определение размеров нового основания фундамента .....	78
7.5	Усиление башни В3.....	83
7.5.1	Калибровка прядей.....	84
7.5.2	Очередность производственных процессов .....	86
7.6	Новая кровля для башен А2, А4 и А6.....	92
7.7	Новые перила.....	94
<b>8</b>	<b>Техника безопасности .....</b>	<b>95</b>
8.1	Тип ограждения территории .....	95
8.2	Основные принципы организации строительных работ и техника безопасности.....	96
8.2.1	Введение .....	96
8.2.2	Решения технологической последовательности и методы выполнения работ.....	96
8.2.3	Объем работ .....	99
8.2.4	График выполнения работ.....	112
8.2.5	Единицы хранения.....	126
8.2.6	Число работников .....	127
8.2.7	Технико-экономические показатели.....	127
8.2.8	Правила техники безопасности и охраны труда, охраны окружающей среды и противопожарной защиты .....	128

## 1 Общая информация

В 2019 году ПРООН в Молдове приступила к осуществлению пятого этапа Программы мер укрепления доверия Европейского Союза (EU-CBM V), финансируемой Европейским Союзом и реализуемой ПРООН в Молдове.

ПРООН объявила конкурс RFP №: 19/01915 "ЗАЯВКА НА УЧАСТИЕ" на выполнение технической экспертизы и разработку детального технического проекта для проведения восстановительно-реставрационных работ в Бендерской крепости, «Первая фаза», победителем которого стал автор данного отчета - Studio Berlucchi SRL.

Целью данного детализированного технического проекта, основанного на предыдущей технической экспертизе и предварительном эскизе проекта, является описание и определение объема работ, которые необходимо выполнить на объекте.

В ходе проведения технической экспертизы возник целый ряд критических вопросов; все они были перечислены и упорядочены в соответствии с уровнем приоритетности. Подготовленный список послужит руководством для выполнения реставрационных работ в будущем на всей территории цитадели и нижней крепости. Заключение технической экспертизы было зарегистрировано в молдавских органах власти по вопросам строительства 7 мая под №095 008/07.05.2020, экспертом г-ном Виктором Топорец.

В предварительном проекте более детально были представлены только те виды работ, которые были определены как приоритетные и включены в перечень работ, подпадающих под финансирование, выделяемое в рамках программы EU CMB V. Проект был одобрен протоколом заседания Национального совета исторических памятников № 14 от 8 июля 2020 года при Министерстве образования, культуры и исследований Республики Молдова № 05/2-09 от 10 июля 2020 года.

Предложенные работы охватывают основные структурные проблемы. Предлагаются технические решения для основных структурных проблем, отмеченных в крепости, а также улучшение неиспользуемых зон крепости (особенно в зоне цитадели), решение проблем консервации материалов, определение руководящих принципов для будущих реставрационных интервенций в крепости и решение основных архитектурных критических проблем для обеспечения безопасного осмотра исторического памятника посетителями.

Опираясь на детализированный уровень технического проектирования, необходимые интервенции были тщательно спроектированы и подготовлены к объявлению конкурса для выбора компании-исполнителя и реализации первой части консервационно-реставрационных работ.

Основные разделы отчета посвящены архитектурным и структурным вопросам.

Данный отчет включает:

- оценку результатов обследования материалов, строительных технологий и компонентов, а также уровень их деградации и структурной нестабильности
- технические характеристики выполнения консервационной обработки, характеристики используемых материалов, описание структурных реставрационных интервенций

Отчет содержит диаграммы, детали конструкций и соответствующий графический материал, который может быть полезен для уточнения данных о состоянии консервации и необходимости реставрационных интервенций.



## 2 Принципы и требования

### 2.1 Руководящие принципы, положенные в основу проекта

Руководящие принципы, положенные в основу проекта, заимствованы из международных стандартов, признанных в области реставрации исторических памятников.

Существует целый ряд договоров и конвенций, признанных и ратифицированных на международном уровне, таких как

- Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия (Париж, 1972 год)
- Европейская конвенция об охране археологического наследия (Лондон, 1969 год)
- Конвенция об охране археологического наследия Европы (Гренада, 1985 год)
- Принципы сохранения деревянных исторических построек (1999 г.)

Но ключевым документом, признанным на международном уровне современной реставрации, безусловно является "Международная хартия по консервации и реставрации памятников и достопримечательных мест" (Венецианская хартия 1964 года), принятая ИКОМОС в 1965 году.

Эта хартия была положена в основу всех последующих договоров и оперативных руководств по сохранению культурного наследия; данный проект, прежде всего, руководствовался следующими документами:

- Хартия ИКОМОС "Принципы анализа, консервации и структурного восстановления архитектурного наследия", принятая ИКОМОС в 2003 году
- ИКОМОС "Европейские принципы качества для финансируемых ЕС вмешательств с потенциальным воздействием на культурное наследие", опубликованы в 2019 году

Особенно следует подчеркнуть:

- Мультидисциплинарный подход,<sup>1</sup> применяемый шаг за шагом, на всех этапах нашей работы, подобно протоколу, принятому в медицине<sup>2</sup> (сбор анамнеза, диагностика, терапия, контроль): сбор данных и информации, определение причин повреждения и разрушения, выбор лечебных мероприятий и указание мер контроля для проверки эффективности проводимых вмешательств.
- Потребовались глубокие знания<sup>3</sup> для того, **чтобы представить проектные предложения на основе детальных исследований с целью определения характеристик и ценностей крепости, состояния ее сохранности, потребностей, возможностей и рисков<sup>4</sup>**
- **Основанием<sup>5</sup> для применения мер по сохранению и укреплению послужила оценка безопасности** (например, укрепление каменной кладки и башен, замена перил), **наряду с пониманием значимости памятника** (например, важность того, чтобы в Бендерской крепости можно было осуществлять проход по дозорным путям или посещать верхнюю смотровую часть башен, чтобы увидеть ландшафт и виды реки Днестр)

<sup>1</sup> Устав ИКОМОС 2003 года, общие принципы - критерий 1.1

<sup>2</sup> Устав ИКОМОС 2003, общие принципы - критерий 1.6

<sup>3</sup> Устав ИКОМОС 2003, принципы исследования и диагностики 2.1-2.9

<sup>4</sup> ИКОМОС принципы европейского качества, 2019, обеспечение качества интервенций по реставрации культурного наследия - 3.3 проектирование

<sup>5</sup> Хартия ИКОМОС 2003, принципы - меры по восстановлению и контроль 3.3

- **Осуществление выбора между "традиционными" и "инновационными" методами<sup>6</sup> опиралось на взвешенный подход в каждом конкретном случае** (например, выбор настила для башен - традиционный деревянный настил или выбор нового дизайна перил из кортеновской стали). В целом мы предлагаем проводить реставрационные интервенции, **направленные на бережное отношение к историческим ценностям, тщательному выбору методов и материалов** (без предложения таких форм, которые никогда не существовали, или выбора таких промышленных материалов, которые не пригодны для консервации), **без ограничения будущих интервенций, в тех случаях, когда нет возможности осуществить "обратимый" выбор.**
- Важно обеспечить **различимость реставрационного вмешательства**, а это возможно только при условии использования материалов с цветом, практически неотличимым от исторического, чтобы не получить лоскутный эффект на поверхности стены. В связи с этим, необходимо будет подготовить образцы на ранних стадиях вмешательства, чтобы они были одобрены руководителем работ и консультантами по реставрации.

Содержание детализированного технического проекта по реставрации Бендерской крепости (Цитадель и нижняя крепость) было закреплено также в соответствии с действующим законодательством РМ о зданиях и сооружениях, как указано в нашем техническом задании и приведено ниже:

- Постановление Правительства (ПП) от 31.01.2014 № 73
- Строительные нормы NCM A07 02-2012 4802
- Строительные нормы CP C 08.06:2014
- Строительные нормы CP A 08.05: 2015

## 2.2 Требования

### 2.2.1 Квалификация, аттестация и опыт работы в области реставрации объектов культурного наследия подрядчика, субподрядчика и работников

**Бендерская крепость является памятником особого исторического и художественного значения. По этой причине реставрационные и восстановительные работы не должны поручаться непрофессиональным строительным компаниям.**

Необходимо будет выбрать такую подрядную компанию, которая сможет продемонстрировать и доказать наличие глубокого опыта в области реставрационных работ на объектах культурного наследия.

Поэтому, **компания-подрядчик должна иметь, как минимум, сертификат соответствия UNI EN ISO 9001-2015, в частности, для сектора EA 28-35: Проектирование и выполнение работ по реставрации, консервации, анализу объектов культурного наследия, работ по декорированию предметов мебели, архитектурного наследия, представляющего исторический и художественный интерес, охраняемого или не охраняемого. Проектирование и проведение обследований объектов культурного наследия с целью их реставрации.**

**Компания-подрядчик и любые субподрядчики или любые партнеры по совместному предприятию должны продемонстрировать наличие опыта в области реставрации объектов культурного наследия,** в частности опыт обработки каменных поверхностей, укрепления

<sup>6</sup> Хартия ИКОМОС 2003, принципы - восстановительные мероприятия и контроль 3.7

каменной кладки и деревянных конструкций, для чего необходимо будет представить следующие документы:

- Подробное резюме с описанием опыта работы
- Сертификаты "надлежащего выполнения работ", выданные клиентом с предыдущих объектов
- Любые ранее полученные сертификаты и квалификации (например, сертификат, подтверждающий посещение реставрационных школ, присвоение квалификация реставратора культурного наследия, регистрация в официальных списках и т.д.) подтвержденные государственными учреждениями и университетами в стране происхождения или международно-признанными органами в области восстановления культурного наследия;

Перед началом работ компания-подрядчик должна предоставить ПРООН все перечисленные выше сертификаты (как свои собственные, так и полученные субподрядчиками или любыми их партнерами).

**Ни одна компания-подрядчик и ни один оператор не должны иметь доступа к объекту без получения соответствующего разрешения от ПРООН.**

#### 2.2.2 Реставрационные процессы, изделия и материалы

**Компания должна всегда выполнять оговоренные работы и использовать все материалы (продукты) в соответствии с инструкциями, содержащимися в технических паспортах.**

**Все материалы и продукты (в соответствии с техническим паспортом) должны быть представлены подрядчиком руководителю работ ПРООН и инспектору по надзору за реставрацией для соответствующего утверждения.**

##### 2.2.2.1 Использованию биоцидов

Выбор наиболее подходящего продукта будет осуществляться непосредственно на объекте путем проведения испытаний. Необходимо протестировать по меньшей мере два вида биоцидов широкого спектра действия на основе концентрированных жидких четвертичных аммонийных солей (например, PREVENTOL® RI 80 фирмы ANTICHITA' BELSITO srl, или BIO C фирмы CIR Chimica Italiana Restauri, или другого вида с теми же техническими характеристиками и свойствами).

##### 2.2.2.2 Отвердители и связующие

Выбор наиболее подходящего продукта будет осуществляться непосредственно на объекте путем проведения испытаний. Следует протестировать не менее трех видов продукта:

- ОКСАЛАТ АММОНИЯ: водорастворимая соль для уплотнения известняковых и каменных поверхностей, применяемая в растворе от 2 до 5% с использованием метода уплотнения целлюлозной массы (например, оксалат аммония фирмы Sinopia sas Turin - Италия, или другого типа с теми же техническими характеристиками и свойствами).
- ЭТИЛСИЛИКАТ: готовый к применению жидкий продукт на основе этиловых эфиров кремниевой кислоты в спиртовом растворителе (например, Consolidante ETS фирмы MAPEI S.p.A. или другого типа с теми же техническими характеристиками и свойствами).
- НАНО ГИДРОКСИД КАЛЬЦИЯ: наночастицы гидроксида кальция, диспергированные в спирте (например, NANORESTORE PLUS Флорентийского университета или другой тип с теми же техническими характеристиками и свойствами).

### 2.2.2.3 Строительные растворы

**Все строительные растворы должны быть без цементными природными гидравлическими известковыми растворами.**

Как правило:

- категорически запрещается использовать любые другие виды строительных растворов. Прежде всего, категорически запрещается использовать любые цемент содержащие материалы, материалы на основе цемента или с небольшими его включениями
- строительные известковые растворы должны соответствовать NHL 5, другие растворы (для штукатурок, затирок, инъектирования и т. д.) должны соответствовать НХЛ 3.5

Рекомендуется использовать предварительно смешанные растворы. Обратите внимание, что они должны быть совместимы с каменной кладкой. Выбор наиболее подходящего материала будет осуществляться непосредственно на объекте путем проведения испытаний.

Для **СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**, в частности, для **ИНЪЕКТИРОВАНИЯ**:

- Заделка микротрещин:
  - o объёмно стабильная, избыточная затирка с добавлением: гидравлического сверхтекучего, солеустойчивого, без цементного вяжущего, состоящего из извести и Eco-Pozzolana, ультрадисперсных природных песков и специальных добавок (например, Mape-Antique I фирмы MAPEI S.p.A. или другого типа с теми же техническими характеристиками и свойствами). Инъектирование должно выполняться до полного заполнения (стыков, швов), в направлении снизу вверх, используя механические или электронные насосы.
  - o безусадочный раствор с высоким уровнем влагоудержания на основе чистой природной извести NHL 3.5 и адгезивной гео-пленкой (например, Geocalce FL Antisismica компании Kerakoll Spa)
- Заполнитель пустот:
  - o выравнивающая смесь для строительных работ, жидкой консистенции, устойчивая к воздействию солей, без цементная, состоящая из природной гидравлической извести и Eco-Pozzolana, мелких природных песков, специальных добавок и микроволокон, с очень низким уровнем летучих органических веществ (EMICODE EC1 R Plus) (например, Mape-Antique Colabile типа MAPEI S.p.A. или другого типа с теми же техническими характеристиками и свойствами). При толщине более 4 см, в раствор необходимо добавлять заполнители от 30 до 50% от массы продукта соответствующего размера гранул (например, известняковый щебень 3-5 или 6-10)

Для **СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**, в частности **ДЛЯ МОНТАЖНЫХ ШВОВ**:

- предварительно подготовленный раствор для каменных кладок на основе природной гидравлической извести (NHL 5) и неорганических реакционноспособных соединений, природного песка и специальных добавок с низким уровнем летучих органических веществ (EMICODE EC1 R Plus) (например, Mapewall Muratura Grosso компании Mapei S. p.A. или любой другой с такими же техническими характеристиками и свойствами)
- высоко-активный пуццолановый раствор, армированный волокнами на основе природной гидравлической извести NHL 5, гранулированного песка, синтетических волокон и добавок (типа MALTA STRUTTURALE NHL 712 фирмы Fassa Bortolo или другого типа с такими же техническими характеристиками и свойствами)

Для **СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**, в частности, **МОНТАЖА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ**:

- высоко эффективная двухкомпонентная эпоксидная смола (например, Kimitech EPOXY CTR ST3-0719 типа KIMIA S.p.A или Eроjet фирмы MAPEI S.p.A или другого типа с такими же техническими характеристиками и свойствами)

Для **СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**, в частности, **НОВЫХ ФУНДАМЕНТОВ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**:

- бетон должен соответствовать требованиям, изложенным в стандарте CP N.04.04.2018 «Бетонный раствор. Бетон. Спецификации, Развитие, Изготовление și Соответствие», таблица S.1 и S.2, приложение S.
- Чистое бетонное покрытие для фундаментов должна быть толщиной не менее 4,5 см. Бетон должен характеризоваться следующими значениями:
- бетон класса C30 (или бетон марки M400 по ГОСТ 26633, таблица S.1 из КПН.04.04-2018)- класс консистенции S3 (согласно табл.4 СП N.04.04.2018)- класс воздействия XC1 (согласно СП N.04.04.2018 табл.1)

Некоторые проверки должны быть выполнены на бетоне новых фундаментов. Эти элементы контроля состоят в приведении п. 6 кубиков бетона стороной 15 см, отлитых из той же смеси, что и реализованный фундамент. В течение 28 дней с момента отливки шесть образцов должны быть подвергнуты испытаниям на сжатие в сертифицированной лаборатории.

Для **ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**, таких как затирка и восстановление швов:

- предварительно подготовленный раствор для каменной кладки, солеустойчивый, без цементный премикс, состоящий из природной гидравлической извести и Eco-Pozzolana, природного песка, специальных добавок и микро-волокон (типа Mape-Antique Allettamento фирмы MAPEI S.p.A. или другого типа с теми же техническими характеристиками и свойствами)
- раствор для каменной кладки на основе природной гидравлической извести-NHL 3.5 в соответствии с EN 459-1, измельченного мелкого известнякового песка, неорганического земляного пигмента не содержащего органических компонентов (типа RÖFIX 952 или другого типа с теми же техническими характеристиками и свойствами)
- раствор чистой природной гидравлической извести NHL 3.5 с минеральным вяжущими, сверхтонким природным пуццоланом и инертным кремнистым песком и доломитовой извести, в частности, с размером частиц 0-1,4 мм (Типа Biocalce® Pietra от Kerakoll или другого типа с теми же техническими характеристиками и свойствами)

#### 2.2.2.4 Система очистки

Пескоструйная обработка с тангенциальным воздействием (например, система JOS или IBIX) должна быть тщательно протестирована, необходимо будет определить следующее:

- показатели давления (например, разный уровень давления 0,2 ÷ 4 бар)
- правильность состава наполнителя
  - o карбонат кальция (например, CarbonArt от IBIX)
  - o гранатовый песок
  - o природные и другие заполнители (например, IBIXART от IBIX и т. д.)

#### 2.2.2.5 Заполнители для строительных растворов

Все заполнители раствора должны быть кремнеземистыми (песок, крупа, гравий).





## 2.3 Услуги и испытания, которые должны быть предоставлены /проведены подрядчиком до начала работ

В начале этапа внедрения и после установки строительных лесов, подрядчик должен:

- **ПРОВЕСТИ ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ И ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КЛАДКИ И КАМНЯ** для определения состава исходных и выбора наиболее совместимых реставрационных материалов (строительные растворы, камни, штукатурка и т.д.).  
**Анализ строительных растворов и камней** должен соответствовать, как минимум, требованиям CEN / TC 346 - сохранение объектов культурного наследия:
  - EN 17187: 2020 - сохранение объектов культурного наследия - характеристика строительных растворов, используемых для сохранения объектов культурного наследия
  - EN 15898: 2019 - сохранение объектов культурного наследия - основные термины и определения
  - EN 16515: 2015 - сохранение объектов культурного наследия - руководство по составлению характеристик природного камня, используемого для сохранения объектов культурного наследия
  - EN 16455: 2014 - сохранение объектов культурного наследия - извлечение и определение состава растворимых солей в природном камне и связанных с ним материалах, используемых для сохранения объектов культурного наследия
  - EN 16085: 2012 - сохранение объектов культурных ценностей - методология отбора образцов материалов культурных ценностей - общие правила

В процессе исследований следует соблюдать следующую последовательность:

- представление руководителю работ плана исследования с указанием мест и количества забора образцов
- утверждение плана руководителем строительных (восстановительных) работ и техническим надзором
- регистрация образцов и лабораторный анализ
- представление итогового отчета с результатами анализов и уточнением местоположения образцов, соотнесенных с графической и фото- документацией

Три вида анализов, которые необходимо провести на образцах:

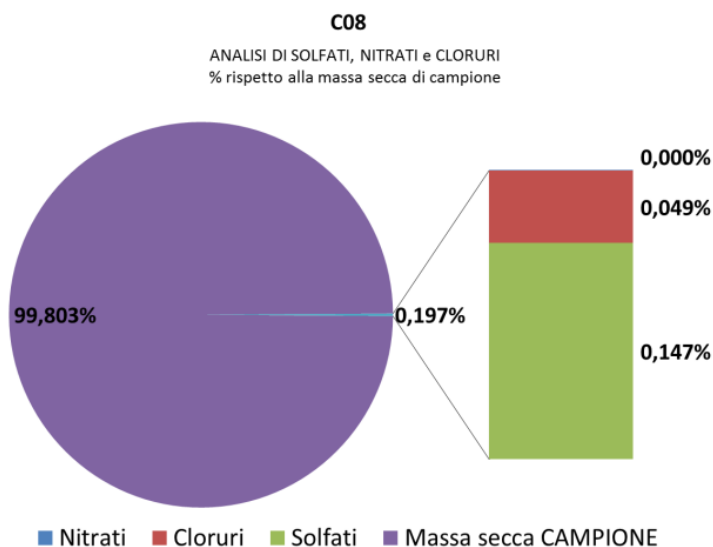
- Количественное определение состава солей (сульфатов, нитратов и хлоридов) – не менее 10 проб

Для определения растворимых солей с целью оценки состояния консервации природного камня следует использовать метод экстракции. Растворимые соли могут присутствовать как в виде природных компонентов камня, так и в виде продуктов его деградации. Кроме того, они могут быть получены из материалов, используемых в процессе реставрационных вмешательств, в результате загрязнения или от капиллярного проникновения сквозь стены; также они могут вступать в реакцию и вызывать химические реакции, разрушающие структуру камня.

Для качественного и количественного анализа растворимых солей следует использовать фотометрический метод, чтобы определить процентное весовое содержание по отношению к исходной пробе для каждого вида ионообмена (сульфаты, нитраты и хлориды). Для извлечения солей из исследуемых образцов (примерно 100 мг берется из образца после сушки в печи при температуре 60 °C в течение 24 часов, растирания в агатовой ступке и просеивания через сито 0,100 мм) следует использовать дистиллированную воду двойной очистки (100 мл) при медленном перемешивании в течение 2 часов. Суспензию следует отфильтровать (полосовой интерференционный фильтр) и произвести измерение используя ионный хроматограф. Результаты анализа

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

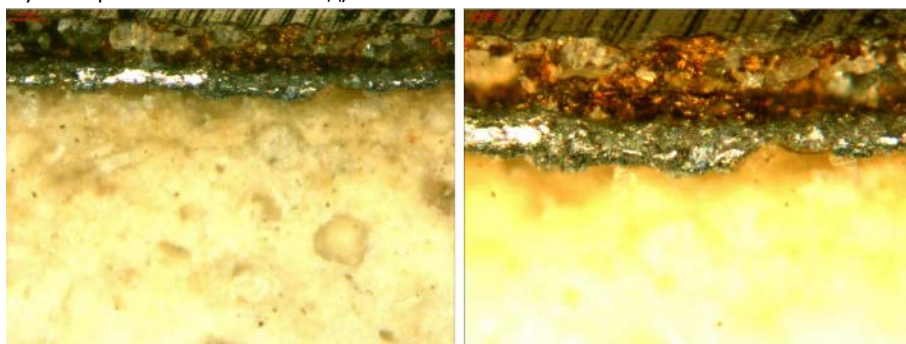
должны быть выражены в процентах полученной массы по отношению к исходной массе высушенного образца.



*% массы ионов по отношению к исходной сухой массе образца*

- Оптический микроскоп для анализа на полированном срезе (для стратиграфического / морфологического анализа образца) – не менее 10 образцов.

Анализ проводится на микрообразцах материала после создания (отшлифованного) полированного среза. Образец сначала помещается в прозрачную смолу, затем разрезается прецизионной панельной пилой, а затем зеркально полируется притирочной машиной используя абразивную бумагу с постепенным уменьшением размера абразивного зерна. Затем поверхность исследуется с помощью стереоскопического оптического микроскопа с видеокамерой, соответствующим образом откалиброванной для увеличения от 28X до 1000X в зависимости от наблюдаемой стратиграфии. Изображения не показывают сферической деформации и калибруются как по цвету, так и по геометрии; таким образом можно измерить, например, толщину видимых слоев или размеры гранул или пористости материала. С помощью специальной программы анализа изображений можно векторизовать изображения и затем произвести статистическую обработку относительно параметров, измеренных полуавтоматическим способом (например, распределение пор, определение кривых гранулометрического состава и т. д.)



*Морфологический и микро стратиграфический анализ на отполированном срезе с помощью оптического микроскопа*

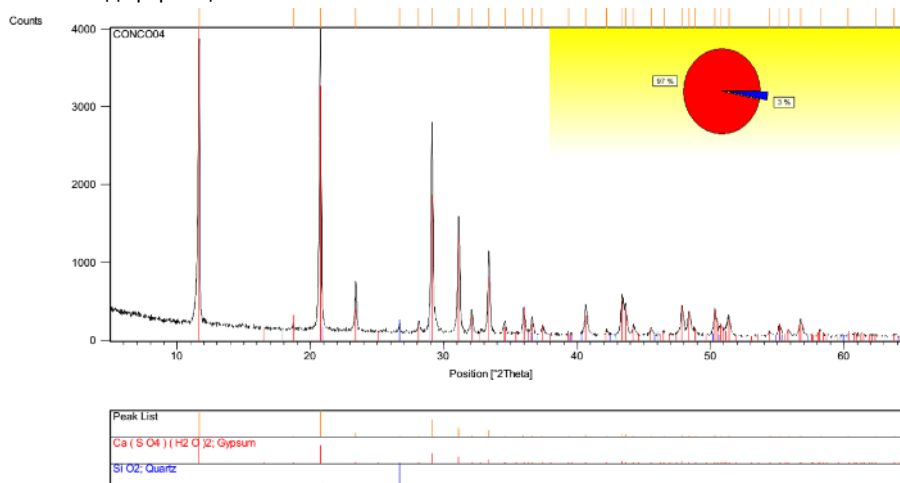
- Характеристика материала с использованием рентгеновской дифракции (для химико-физического анализа строительного раствора) - не менее 10 образцов

Характеристику материала методом дифрактометрии следует проверять на образце, соответствующим образом измельченном в агатовой ступке и подготовленном для дифракции рентгеновских лучей на порошке.

Рентгеновская дифрактометрия позволяет получить качественную характеристику материала (идентификацию кристаллических фаз) и, с помощью специальной процедуры калибровки, выполнить

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

количественный анализ. Спектральный анализ также позволяет определить размеры кристаллитов и их возможные деформации.



Химико-физический анализ с использованием метода рентгеновской дифракции (XRD)

После того, как состав растворов и камней будет определен, можно будет определить наиболее совместимые реставрационные материалы.

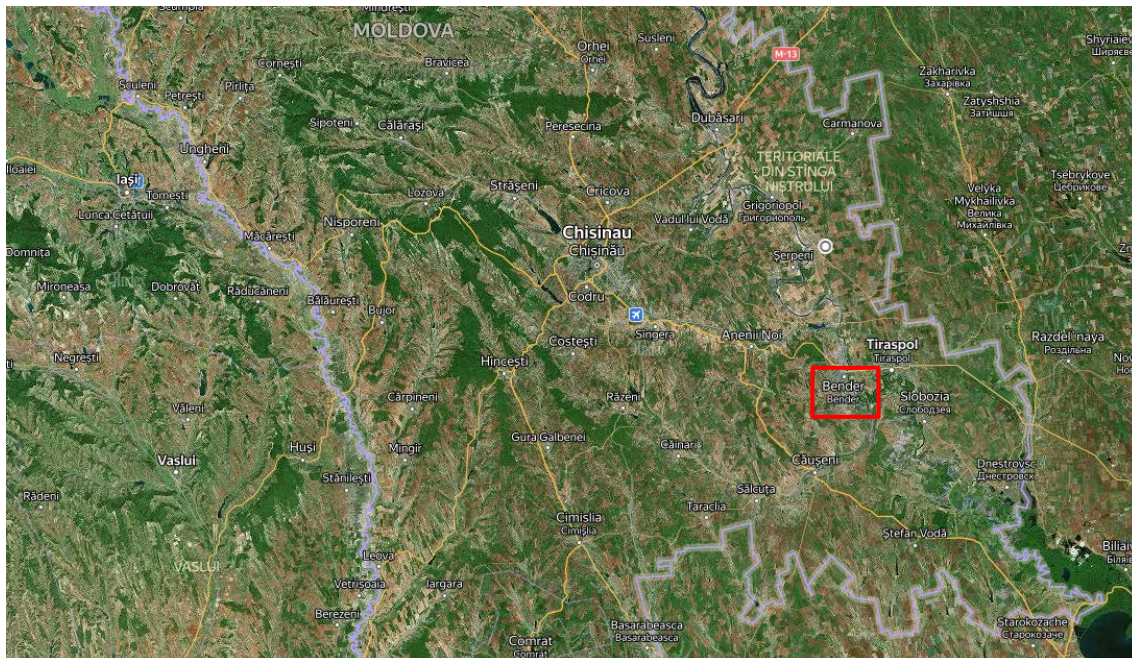
- **ПРОВЕРКА И ОБНОВЛЕНИЕ КАРТ РАЗРУШЕНИЯ ПАМЯТНИКОВ** – все карты, несмотря на то, что они представлены в виде ортофотосъемок (1:50) и получены с помощью дрона, должны быть обновлены и проверены. Углубленное визуальное исследование может быть проведено только после сборки строительных лесов, изучения и анализа поверхностей с близкого расстояния. Это исследование должно выполняться профессионалом, имеющим квалификацию реставратора объектов культурного наследия, подтвержденную официальной аккредитацией и сертификатами.
- **ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ВСЕХ РЕСТАВРАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОЦЕДУР**
  - все материалы и процедуры, связанные с реставрацией должны быть проверены подрядчиком и одобрены Управлением по выполнению работ ПРООН. Испытания должны проводиться по:
    - Методам очистки
    - Использованию биоцидов
    - Материалам укрепления (как минимум, оксалат аммония, этилсиликат и нано-модифицированная известь)
    - Реставрационные строительные растворы и клеящие вещества. Как минимум:
      - В том, что касается структуры
        - инъектирование (для стяжки и укрепления микротрещин, для заполнения пустот)
        - В том, что касается установочных слоев
        - для монтажа металлических элементов
      - Для восстановления (затирки швов и их восстановления)

Как только будут установлены строительные леса на объекте, подрядчик должен завершить информационное моделирование (BIM model), добавив всю информацию, касающуюся реставрационных материалов, стратиграфии, явлений деградации и т.д. После завершения работ подрядчик должен дополнить BIM-модель информацией, касающейся материалов, стратиграфии всех элементов объекта (каменная кладка, полы и крыши и т.д.), выполненными реставрационными вмешательствами и т. д. В конце реставрационного вмешательства, модель

должна быть дополнена информацией о всех вмешательствах и их этапах (вся информация "по факту").

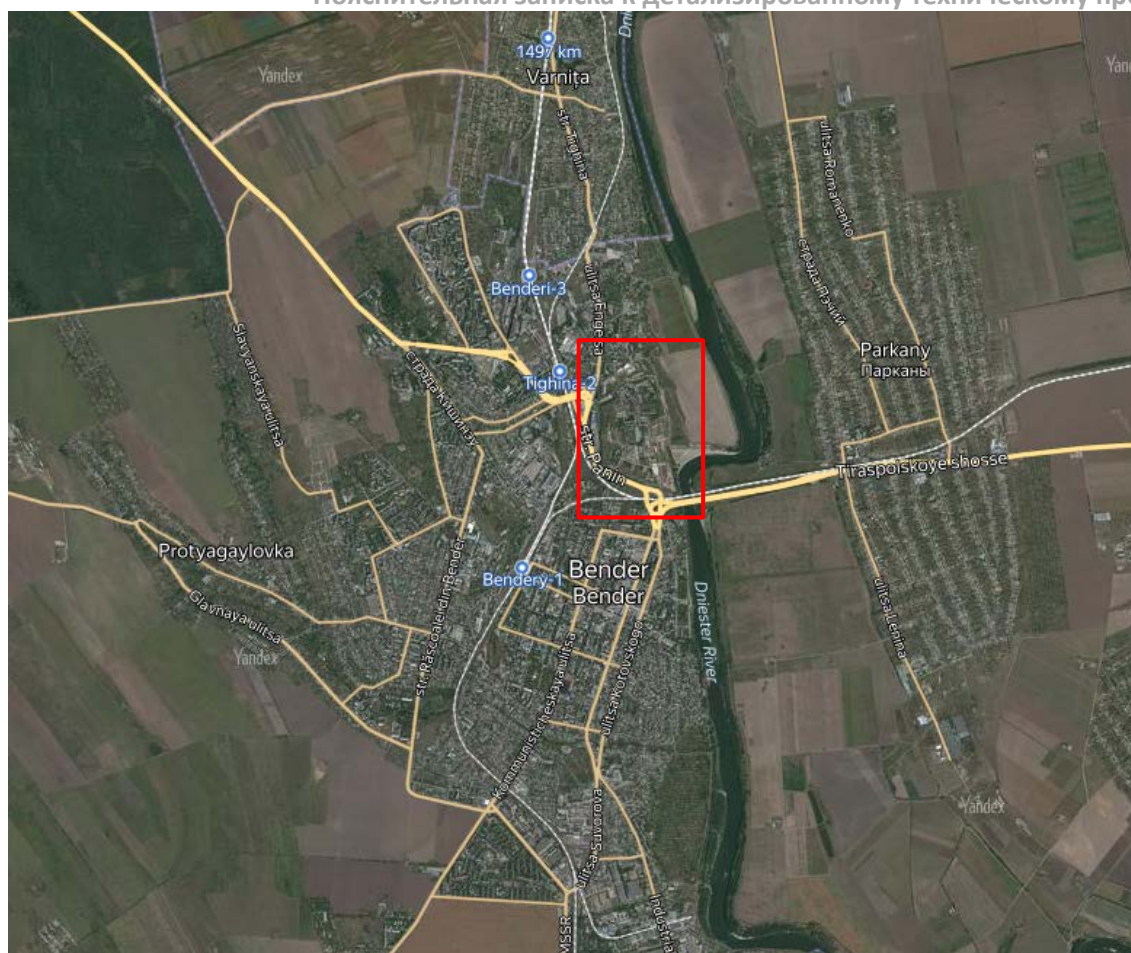
### 3 Исходные данные, общие данные и местоположение

Бендерская крепость расположена на небольшом возвышении, к северу от центра города Бендер / Тигина на реке Днестр, на юго-востоке Республики Молдова.



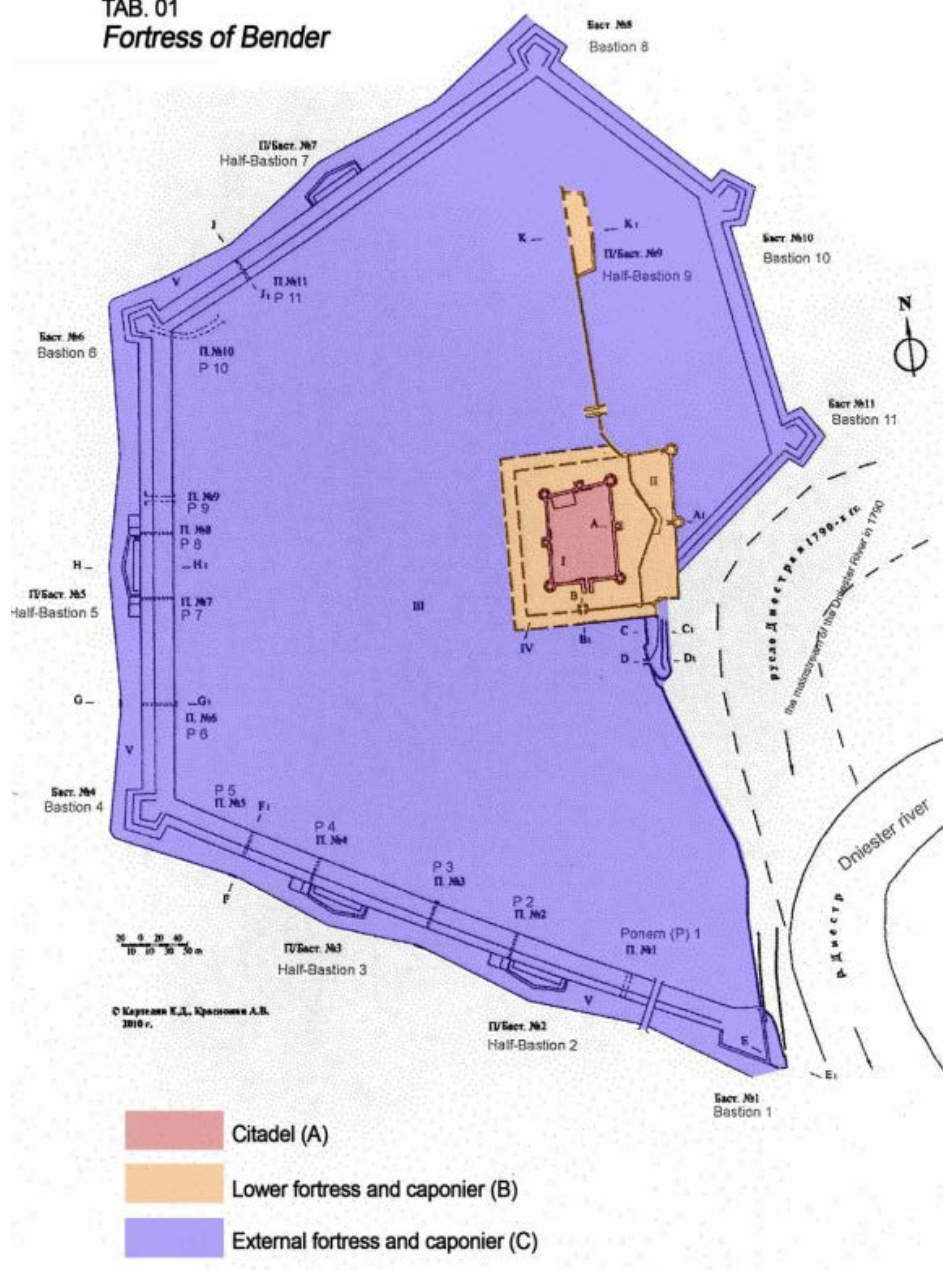
Расположение города Бендеры





*Расположение крепости в городе Бендеры*

Крепость состоит из трех основных частей: Цитадели, нижней крепости и внешней крепости.

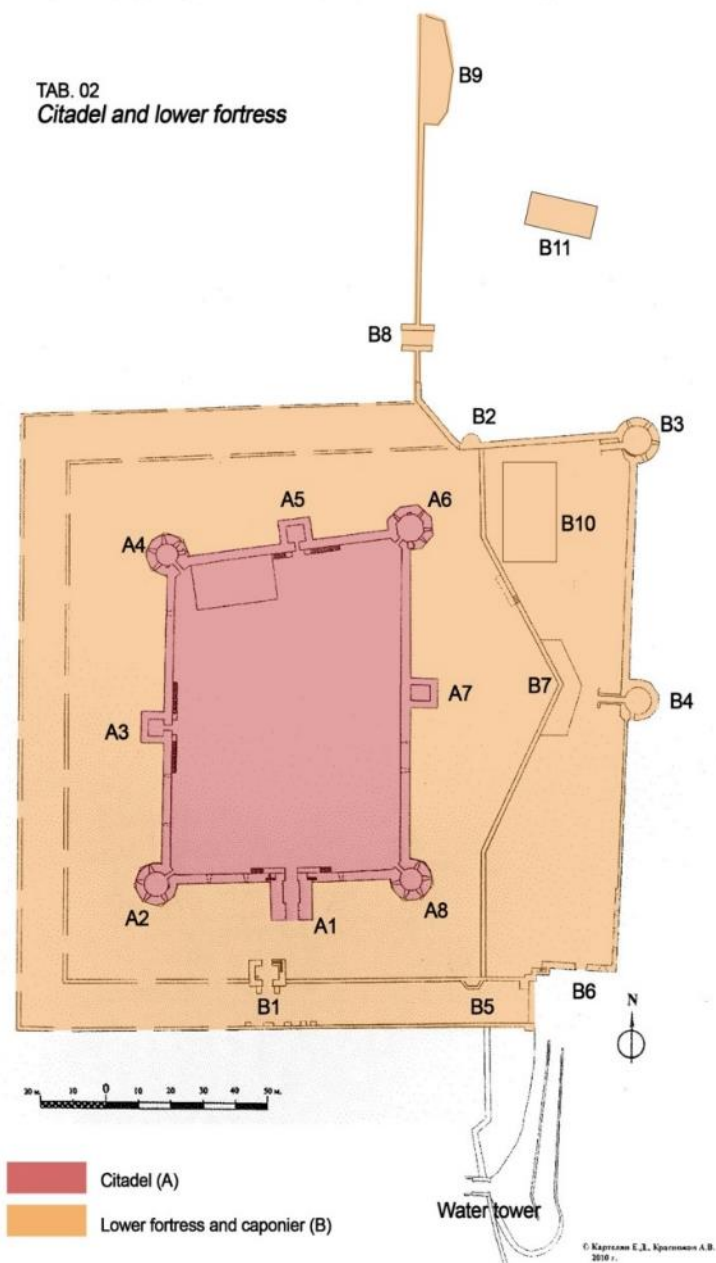
TAB. 01  
Fortress of Bender

Укрепленный комплекс расположен в периферийной зоне, характеризующейся наличием частично заброшенных промышленных зданий и поселений военнослужащих в пределах внешних границ крепости.

Для четкого понимания составных частей крепости, ознакомьтесь с их расположением, представленном на следующей диаграмме.



TAB. 02  
Citadel and lower fortress



## 4 Описание и оценка фактического состояния Цитадели и нижней крепости

Диагностическая кампания, проведенная с помощью различных видов исследований, позволила определить основные характеристики элементов, образующих Цитадель и нижнюю крепость.

Были проведены археологические исследования, сейсмический анализ местности, томография, георадарные и пенетрометрические исследования. Собранные данные были сопоставлены с исторической информацией, найденной в архивах и в специальных библиографических источниках.

Все элементы (грунт, фундамент, стены и т.д.) Бендерской крепости являются результатом многочисленных изменений, произошедших с течением времени из-за стихийных бедствий, нашествий (в результате разрушения и реконструкции) и возведения новых зданий для различных нужд, которым был подвергнут памятник.

Эта глава включает в себя оценку, связанную с результатами обследований, проведенных по материалам, строительным технологиям, компонентам разрушения и явлениям структурной неустойчивости.

### 4.1 Обследование для определения геометрической характеристики и создания базы данных крепости

Проектная команда профессионалов провела обследование, которое предусматривало скоординированное использование различных методов и инструментов: дрон, лазерный сканер, облако точек сканирования и реальный вид.

**Все эти работы (услуги) были выполнены с целью создания уникальной рабочей базы, полезной, прежде всего, для будущих вмешательств, которые будут проводиться в крепости, посредством 3D-моделирования с помощью Revit, программного обеспечения Autodesk, предназначенного для архитектурного, структурного и реставрационного проектирования.**

Сначала была спроектирована геодезическая микросетка на внутренней и внешней площадях комплекса, а затем создана микро-сетка с более высокой плотностью в связи с ранее установленной величиной ячейки, таким образом, чтобы материализованные вершины позволяли осуществлять гео-привязку всех плоско-высотометрических, 3D-лазерных и беспилотных съемочных работ. Затем было выполнено исследование с помощью лазерного сканера 3D. Объекты были расположены для гео-привязки сканирований к топографической микросетки; при сканировании получены цветные изображения HDR, связанных с облаком точек сканирования для которых установлена плотность сканирования, например, определение элементов в масштабе 1:50 для съемки растений, рельефа и проекций. Для получения наилучшего разрешения и наилучшей цветопередачи в получаемых ортофотопланах, фотограмметрическая съемка совмещалась со сканированием.

Затем была выполнена фотограмметрическая наземная съёмка и с дрона для получения ортофотопланов проекций и фасадов, а также для аэрофотосъемки Цитадели и нижней крепости.

Были также подготовлены чертежи геометрической съёмки для отдельных элементов.

Ниже приведён ряд пояснительных надписей к изображениям.



*Аэрофотосъемка цитадели и нижней крепости с помощью дрона*



*Вид на облака точек в съемке крепости*







Облака точек и фотограмметрия



Пример ортофотопланов

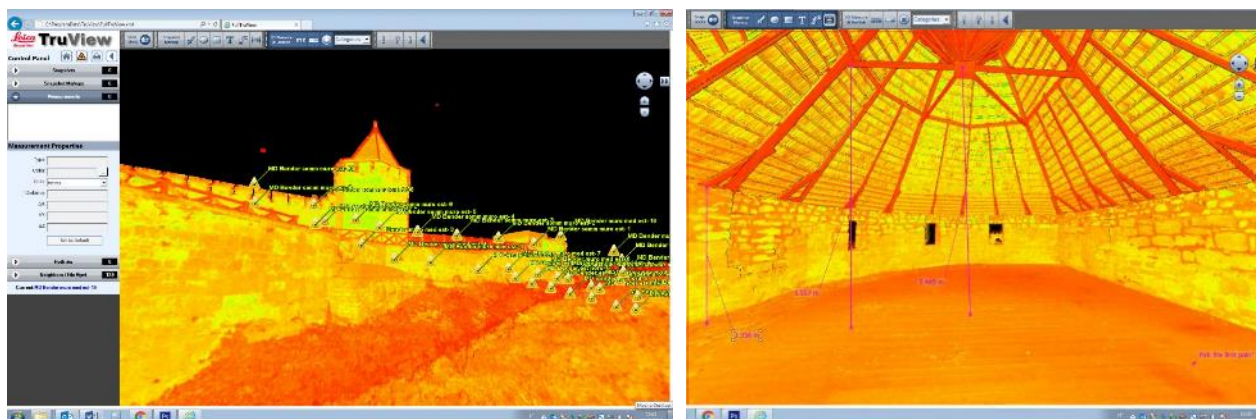


Пример детальной геометрической и архитектурной фотосъемки

По результатам этой работы были созданы два наиболее инновационных инструмента для культурного наследия, в частности для будущего планирования реставрационных вмешательств по восстановлению Бендерской крепости:

1. РЕАЛЬНЫЙ ВИД, т. е. возможность запроса облака точек СЪЕМКИ лазерным сканером для проверки детальных ситуаций в любой момент времени
2. 3D-модель для BIM-дизайна, построенная с помощью 3D-моделирования в приложении Revit, начиная с импорта облака точек. Это позволит в любой точке иметь все планы и проекции, необходимые для любого вида работ, которые будут проводиться в крепости.

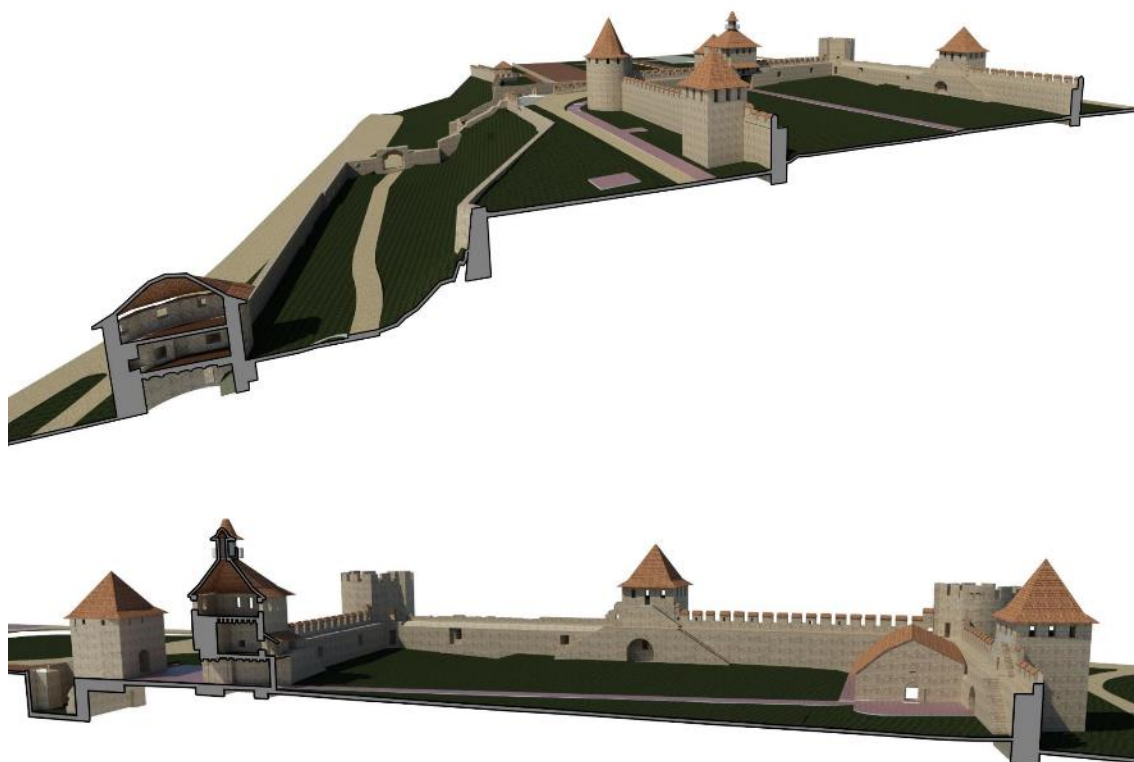
Ниже приведен ряд пояснительных надписей к изображениям.



*Реальный вид с возможностью запроса облака точек*



*3d модель - виды крепости*



*Перспективная проекция 3D модели крепости*

Результатом такой съемки является наличие точных графических представлений фактических геометрических форм памятников (включая возможные деформации, разрывы и трещины, как основание для регистрации всей информации о материалах, технологии строительства, явлениях распада и т. д.) в любом месте крепости, в любое время. Представлена геометрическая и архитектурная база данных крепости, которая позволяет избежать подготовки новой съемки при каждом планируемом вмешательстве (даже если речь идет только о техническом обслуживании). При постоянном обновлении информации о новых шагах вмешательства - на каждом новом строительном объекте будет уже доступна вся информация, связанная с предыдущим проектом.

#### 4.2 Технология строительных работ и основные вопросы: фундаменты и типы грунта

С точки зрения грунта и фундаментов, были выявлены три ситуации, которые могут быть соотнесены с тремя основными частями крепости: Цитадель, крепостной вал В7 и нижняя крепость.

Исследования, проведенные в **Цитадели**, в частности на башнях А5 и А6, выявили отметку плана фундамента примерно на расстоянии 2,80 м от нынешнего уровня. Археологические раскопки подтвердили наличие мусорной свалки на этой глубине, а также предоставили интересную деталь техники строительства вышеуказанного фундамента, который, по-видимому, представлен различной текстурой кладки и различными строительными растворами. Историки и археологи должны изучить предположение о наличии ранее существовавшей крепости на этом месте.



Электромагнитные (ЭМ) исследования указывают на наличие в недрах Цитадели металлических предметов, относящихся к остаткам скамеек или железобетонных блоков, а также к большому дренажному железобетонному каналу, расположенному в районе крепостного вала В7.

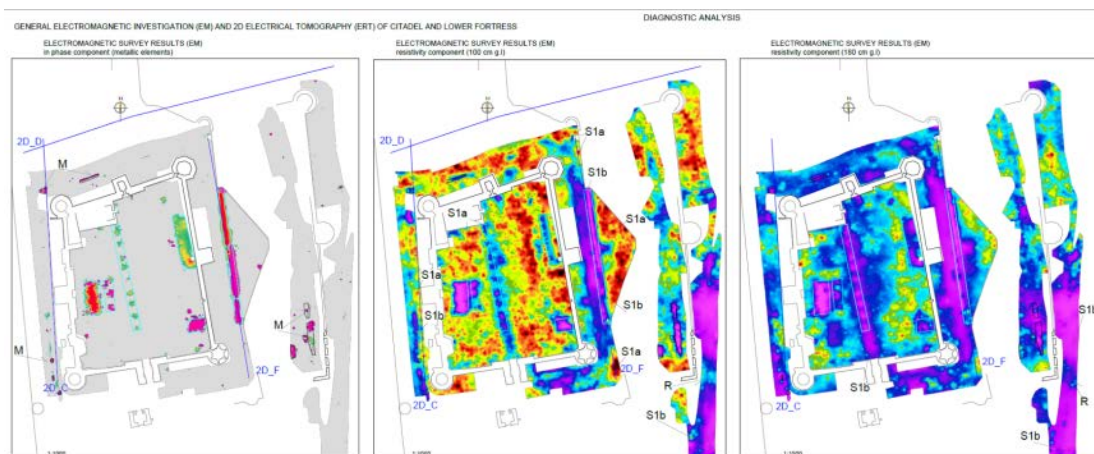
Томографические исследования 2D и 3D выявили стратиграфию местности в направлении Запад-Восток, которая проявляется заметной аномалией на **крепостном валу В7**, обусловленной перемещением грунта. Эта ситуация была подтверждена также археологическими раскопками, которые показали, что фундаменты крепостного вала находятся на глубине 1,5 м от нынешнего уровня нижней границы, на неоднородном грунте. Крепостной вал В7 - по сути, представляет собой искусственный бастион высотой 12 метров. Историческое исследование еще раз подтвердило антрополическую природу возведения данного бастиона.

Цитадель была построена на морфологическом опорном кольце террасы. Позже, для того, чтобы построить новый бастион в восточной части, его заложили ниже по ободу, а пространство между стенами цитадели и новым бастионным склоном заполнили мусором. Исторические карты, составленные до строительства нового вала, подтверждают эту точку зрения, показывая расположение цитадели на краю склона. Как указано в нашем историческом исследовании этот крепостной вал

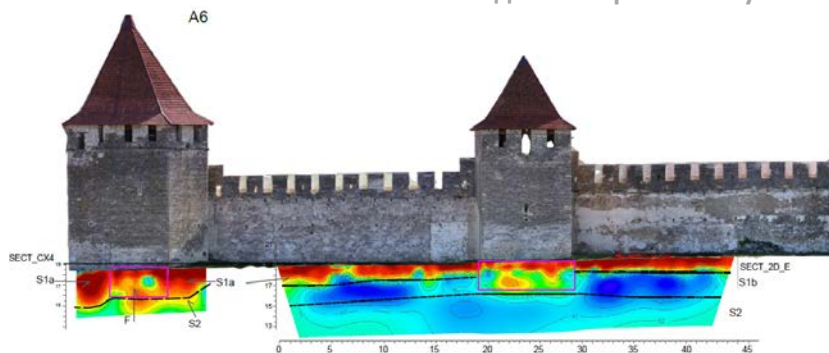
“может быть связан с работами по приспособлению и укреплению крепости, выполненными архитектором Хасаном Агой и французским инженером Франсуа Кауффером в последнее десятилетие XVIII века (1791-94)”.

По данным томографических разрезов **нижняя крепость** имеет фундамент расположенный на глубине около 2 м от уровня земли, на аллювиальных наносах. Неоднородность грунта подтверждается также результатами бурового зондирования.

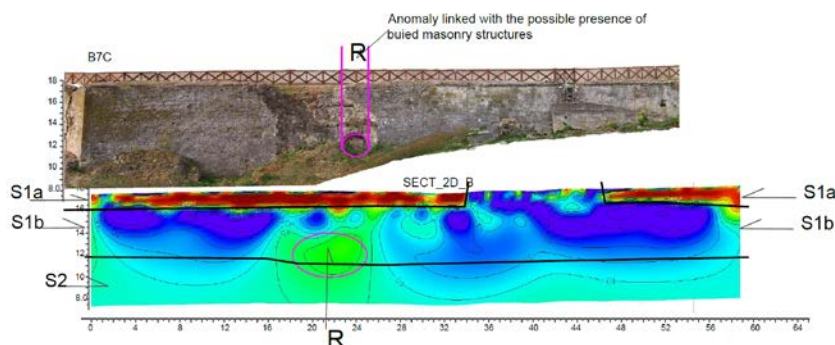
**Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что естественная рыхлость грунта и наличие больших объемов мусора, различной природы, можно считать основными причинами просадки фундамента крепости, отмечаемой в различных зонах.**



Геофизические исследования-планы



Геофизические исследования и уровни фундамента



Геофизические исследования и уровни фундамента



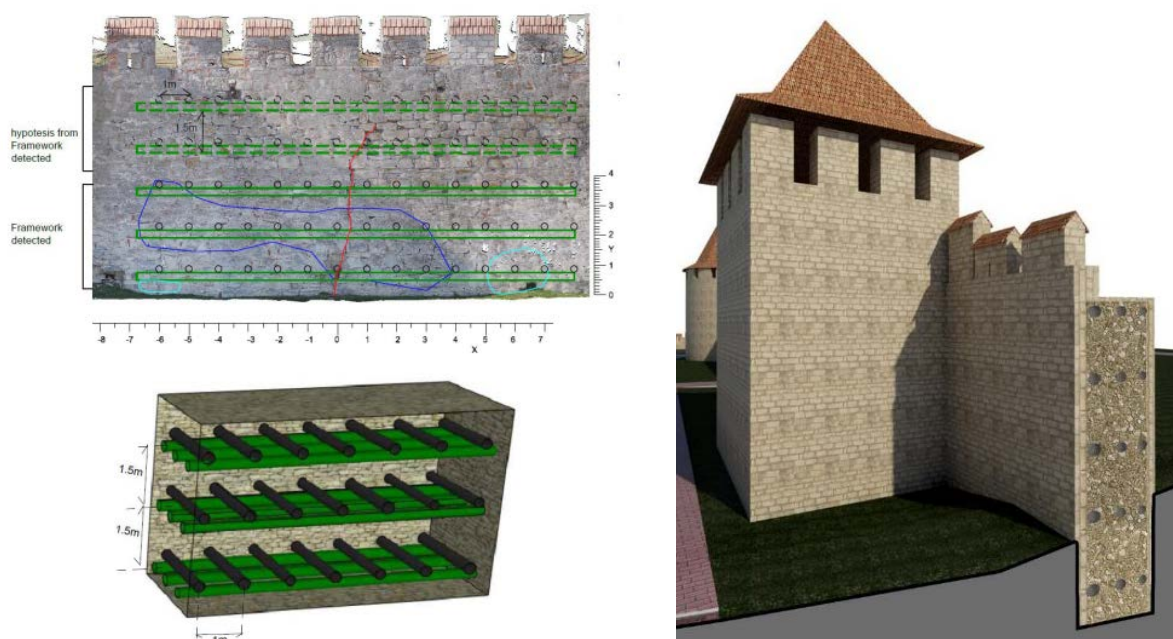
Археологические раскопки в цитадели и на крепостном валу B7



#### 4.3 Технология строительства и основные вопросы: фасады, высотные отметки и каменные кладки

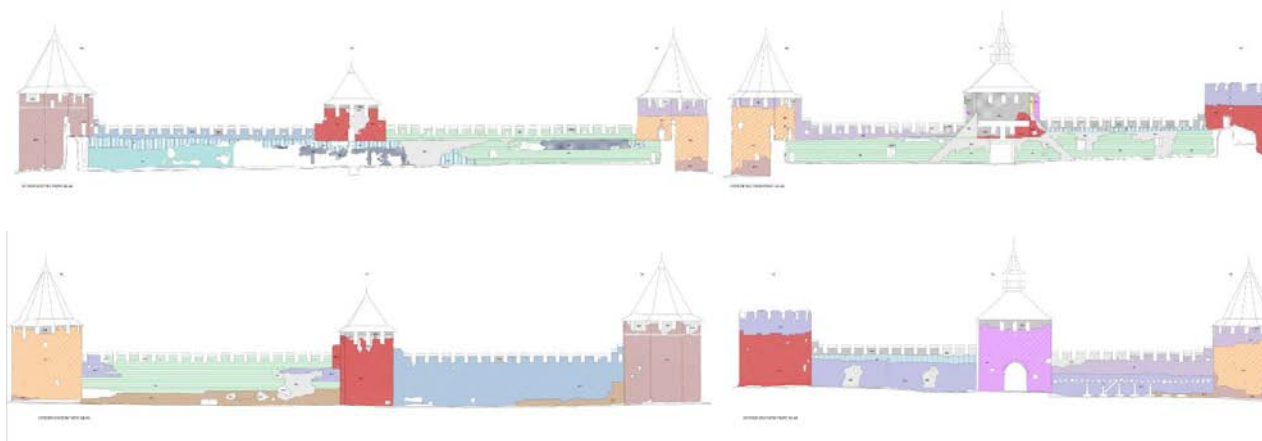
Благодаря историческим исследованиям, зондированию георадаром и видео эндоскопической съёмке удалось достоверно определить **технология кладки**.

Система кладки может быть связана с турецкой строительной традицией, поскольку она сформирована двумя торцевыми поверхностями, соединенными с кусками камня (нуклеус), строительного раствора и деревянного крепления, выполненного в виде “сетки” из деревянных балок.



Мы определили 26 различных **типов кладки**, включая последние реставрационные интервенции. Во всех этих типах кладки использован местный природный известняк, хорошо обработанный и устойчивый камень, доступный в непосредственной близости от объекта; часто те же самые камни были повторно использованы в ходе более поздних восстановительных работ. Традиционный строительный раствор с песком и известью, используемый веками, недавно был заменен цементом.

Затем мы определили последовательность стратификации этих типов кладки начиная с 1538 года и до наших дней в 9 этапов.



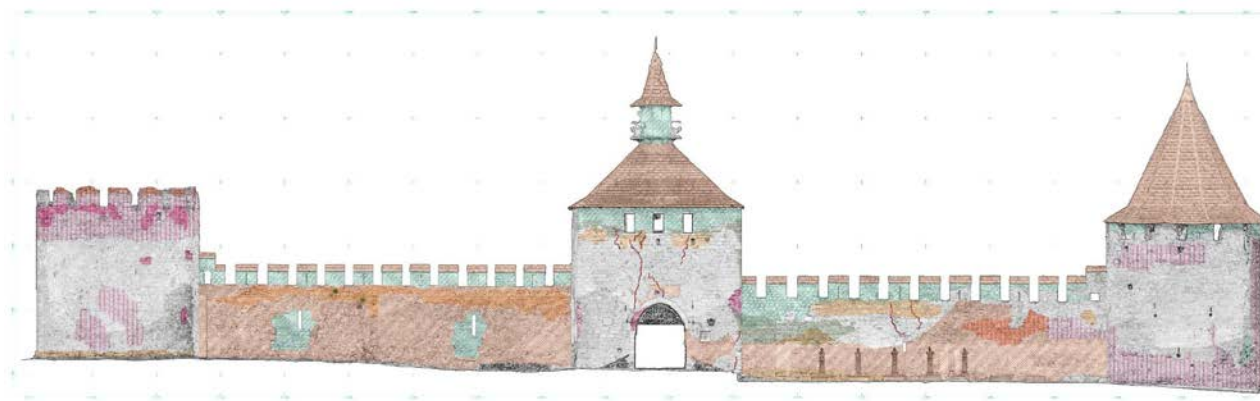
С консервативной точки зрения, стены демонстрируют наличие нескольких проблем. Эти проблемы являются результатом **целого ряда недостатков, обусловленных технологией строительства (характерных особенностей и неоднородности, как следствие многочисленных реконструкций), недавней историей заброшенности и атмосферным воздействием, связанным с экологическими и климатическими условиями зоны Бендер.**

На тех участках кладки, на которых проводились исследования и где хорошо видна стратификация, **элементы деревянной конструкции в стенах, были полностью утрачены.** Весьма вероятно, что данное явление распада характерно для всех видов каменной кладки. Это может



быть существенным структурным недостатком кладки, состоящей из нуклеуса, перемежающегося по горизонтали (примерно через каждые 1,50 метра по высоте) пустотами и обрушениями.

Наличие этих пустот, и в ряде случаев, наличие разных фаз двух облицовок одной и той же стены, в сочетании с суровыми климатическими условиями зоны Бендер, привело к возникновению определенных **явлений разрушения**, которые в настоящее время проявляются на кладке в разных стадиях (что должным образом было нанесено на чертежи с пометкой “явления разрушения и картирование трещин”).



*Картирование поверхности каменной кладки*

Эти явления касаются прежде всего **облицовки стен и кладки**.



Первая стадия разрушения - это **утрата прочности растворных швов**, обусловленная вымыванием дождевой водой, циклами замораживания и оттаивания и эрозией вызванной атмосферными явлениями.

Инфильтрации и дальнейшее разрушение строительных растворов часто приводят к **выпадению единичных камней** или даже к **частичному короблению и разрушению стен**. Наличие кустарниковой растительности, особенно сильно укоренившейся, способно вызвать отслоение камня.

Эти явления распада в сочетании с последствиями проседания грунта усиливают структурные недостатки, которые проявляются в виде трещин (разной глубины) вплоть до значительных отрывов и обрушений облицовки стен.

Поэтому, первоочередной задачей должно быть обеспечение безопасности, с конструктивной точки зрения, цитадели и нижней крепости, для посетителей. На этом этапе, строительные работы будут сосредоточены на башне А6, башне В3, а также на водонапорной башне (см. описание в структурных разделах и структурные эскизы). В работы по обеспечению безопасности будет также включено восстановление кладки Цитадели.





Еще одним достаточно частым явлением разрушения памятников, которые, также, как и Бендерская крепость, "живут" в основном на открытом воздухе, является биологическая **патина** и **кустарниковая растительность**, которые находятся в симбиозе с условиями окружающей среды.



Биологическая патина, присутствующая на стенах Бендерской крепости, не выглядит крайне агрессивной. Конечно, необходимо будет удалить патину и хорошо очистить, по крайней мере, те поверхности, на которых будут проводиться другие работы, чтобы обеспечить подходящие опоры и произвести уплотнение, затирку, восстановление и т. д.

Представляется, что сорная растительность, сосредоточена в наименее посещаемых местах и в местах обрушений нижней крепости, а также вдоль существующего дренажного канала.

Разумеется, необходимо будет удалить всю растительность и тщательно очистить, по крайней мере, те поверхности, где будут проводиться другие работы, чтобы обеспечить подходящую опору для уплотнения, затирки, восстановления и т. д.

#### 4.4 Несовместимость недавних реставрационных вмешательств

Мы определили ряд недавних вмешательств, которые необходимо учитывать при определении состояния консервации крепости:



- Цементирующие заплатки
- Гипсовый цемент
- Новая кровля с металлической конструкцией и черепицей марсельского типа

Первые два вопроса касаются **несовместимости материала, используемого при ремонте, с химико-физической точки зрения.**

Важно отметить, что использование цемента в штукатурных и строительных растворах может оказать вредоносное воздействие на состояние природных камней в географических районах, подверженных циклам замораживания-оттаивания, таких как зона Бендер, из-за высокого содержания солей и различного коэффициента теплового расширения по сравнению с существующим камнем и строительным раствором. Это может привести к дроблению, расслоению и обрушению камней. Важно также подчеркнуть, что эти явления часто взаимосвязаны и их эволюция происходит быстрее там, где процесс разрушения уже начался.



Третий вопрос касается **несовместимости реставрационных решений с историко-культурной точки зрения.**



Марсельская черепица не является местным или традиционно используемым материалом. Это промышленный продукт, который не имеет истории применения в Бендерской крепости. Использование этого материала воссоздает ранее не существовавший образ крепости.

**На этом этапе этот вопрос будет рассмотрен в отношении башни А6, башни А3, башни А2 и башни А4 (см. также главы касающиеся архитектуры, строительства и чертежи строительного объекта). Реставрационные работы коснутся также венчающих зубцов Цитадели.**



#### 4.5 Вопросы безопасного использования памятника

При использовании памятника, столь подверженного воздействию атмосферных и жестких климатических факторов, возникают многочисленные проблемы с обеспечением безопасности посетителей.

В первую очередь, необходимо решить следующие проблемы:

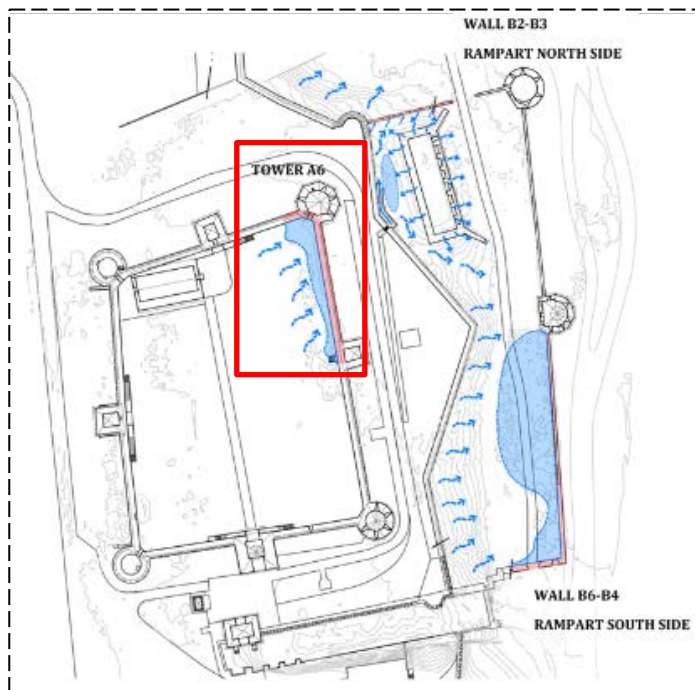
- **отвод пути передвижения посетителей** от крепостного вала В7 (с значительными разрушениями с точки зрения структуры), для которого не предусмотрено никаких вмешательств в рамках данного объема работ, поскольку необходим структурный мониторинг в течение, как минимум, одного года



- **Обустройство дозорного пути и парапетов** позволит избежать падений с высоты



## 4.6 Проблемы отвода поверхностных и дождевых вод



Отвод поверхностных и дождевых вод в цитадели является главным критическим вопросом, требующим решения.

Исследования на склонах показали застой воды в зоне башни А6.

Этот застой может стать одним из пусковых факторов и в любом случае будет способствовать обострению структурных проблем, связанных с проседанием грунта в этой части крепости.

Необходимы действия, чтобы ограничить скопление воды в зоне башне А6.

## 5 Краткое изложение мероприятий, запланированных и разработанных для данного этапа

Мероприятия, перечисленные в этой главе, считаются приоритетными для обеспечения безопасности основных структурных проблем и, следовательно, для безопасного использования крепости посетителями.

Перечисленные здесь мероприятия полностью описаны в следующих главах

### АРХИТЕКТУРНО-РЕСТАВРАЦИОННЫЕ РАБОТЫ

- Восстановление и достройка башен А2, А3 и А4 и стен между ними (руководство по будущим восстановительным работам)
  - Дорожки, лестницы и дозорный путь
    - Обустройство и ремонт переходов и лестниц на крепостном валу
    - Установка новых перил / ограждений, изготовленных из кортеновской стали, на всех переходных площадках и лестницах
  - Зубчатые стены
    - Замена Марсельской черепицы на плоскую терракотовую
    - Реконструкция кладки зубчатых стен
  - Каменные поверхности
    - Полная реставрация внутренних и наружных каменных поверхностей
    - Очистка, укрепление, сохранение обрушений, устранение опасных недавних вмешательств
  - Кровля
    - Новые кровля на башнях А2 и А4 (деревянная конструкция и черепица)
    - Замена кровли на башнях А3 и А6 (от металлоконструкций и марсельской черепицы до деревянных конструкций и деревянной черепицы)
- Недавние вмешательства
  - Замена ранее существовавших элементов:
    - новые зубчатые стены - замена марсельской черепицы и муравление сильно разбавленными природными гидравлическими известковыми растворами
    - новые лестницы и каменные кладки - муравление с помощью сильно разбавленных природных гидравлических известковых растворов
  - Достроенные элементы, которые, вероятно, никогда не существовали:
    - закрытие внутренней стороны средних башен- визуальное смягчение за счет известкования
- Крепление и ремонт каменных фасадов
- Крепостной вал В7: обеспечение вмешательства для обеспечения безопасного доступа посетителей
- Дозорный путь, переходы, лестницы и перила
  - обустройство и ремонт переходов и лестниц над крепостным валом
  - Установка новых перил / ограждений, изготовленных из кортеновской стали, на всех переходных площадках и лестницах
- Дренажная система
  - Наземное моделирование
  - Восстановление и обслуживание существующих каналов водостока

- Новые соединения между каналами

#### СТРУКТУРНЫЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВА

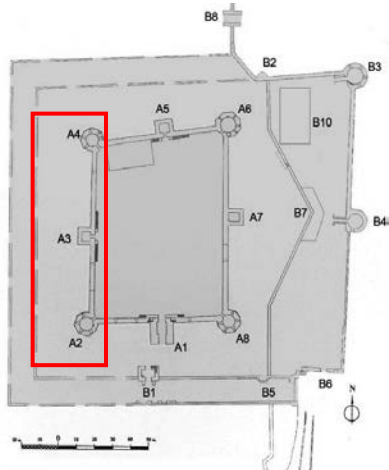
- укрепление кладки цитадели с помощью инъектирования растворов и искусственных анкерных камней на конкретном испытательном полигоне с целью выполнения пилотного проекта;
- усиление башни А6 двумя последовательными стяжками на существующих деревянных настилах;
- усиление водонапорной башни двумя парами металлических стяжек и новой опорой из железобетона;
- Армирование башни В3 цементацией наружных швов нитями из нержавеющей стали диаметром Ø6 мм вставленных в восемь растворных швов;
- Новая кровля для башен А2, А3, А4 и А6, состоящая из первичной и вторичной конструкции из цельной древесины, покрытой деревянной дранкой.



## 6 Архитектурно-реставрационные работы

Отмечен целый ряд критических проблем, которые предстоит решить в ходе ряда реставрационных вмешательств. Мероприятия, перечисленные в этой главе, являются приоритетными для сохранения памятника и безопасного использования крепости посетителями.

### 6.1 Восстановление и достройка башен A2, A3 и A4 и стен между ними (руководство по будущим реставрационным вмешательствам)



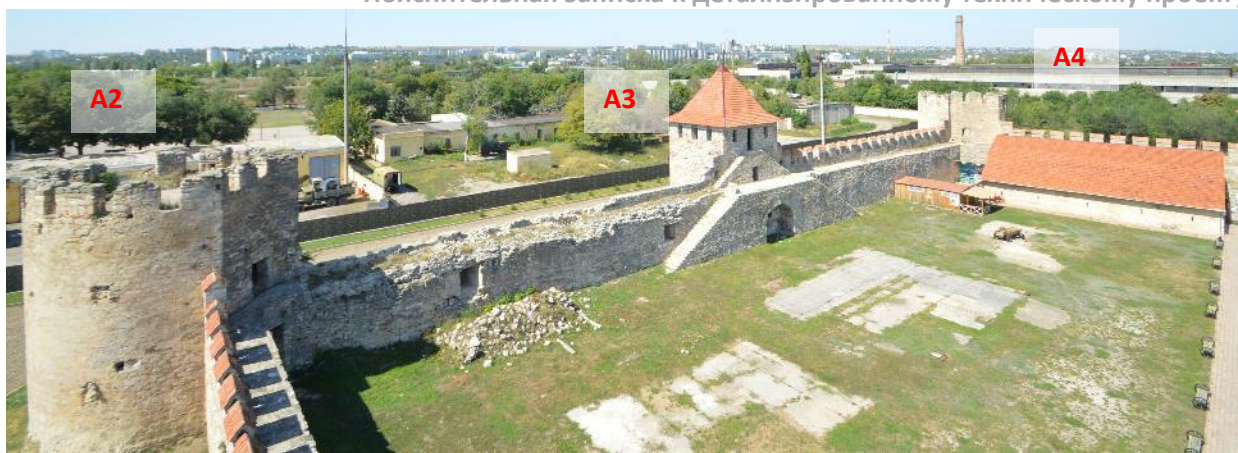
Это та область, в которой восстановительные работы были проведены ранее с использованием методов, которые не вполне совместимы с историческим памятником (железобетонные балки, цементные растворы, крыши с Марсельской черепицей и т. д.). Эти работы, однако, не затрагивают всю площадь, а только кровлю башни A3 и кладку между башнями A3 и A4; большая часть исторического сооружения все еще полностью видна.

По этой причине, мы считаем, что это может послужить "пробной зоной", где реставрационные мероприятия должны проводиться в соответствии с международными стандартами, чтобы определить **методические рекомендации для будущих вмешательств** для Цитадели и нижней крепости в целом.

**При моделировании стен и объемов следует учитывать различные периоды строительства, избегая доведения образа крепости до идеального и нереального вида, которого никогда не существовало.**

Среди возможных методологических вариантов мы выбираем восстановление всех сохранившихся элементов, проведение реставрационных работ для замедления явлений разрушения и реконструкцию элементов, которые могут представить посетителю исторически достоверный образ памятника и полностью пригодный для использования памятник истории.

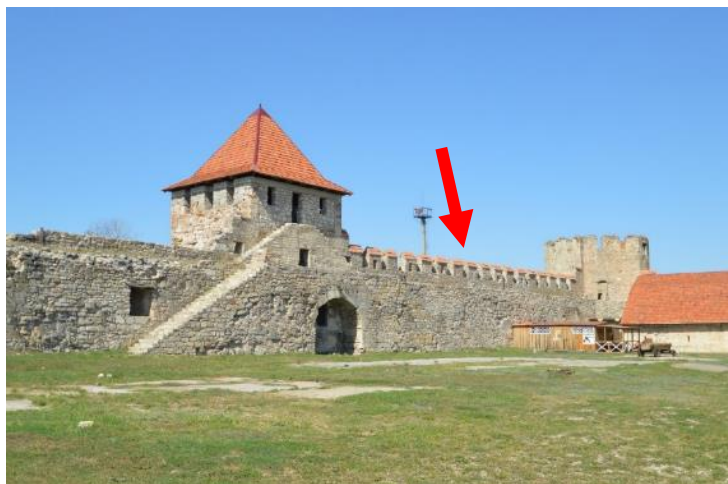
В ходе некоторых недавних вмешательств были допущено несоблюдение общепринятых принципов реставрации, несмотря на то, что в целом руководствовались ранее принятыми принципами "идентичной реставрации" (*restauration à l'identique*). Мы не преследуем цель насильственного вмешательства или навязывания такой идеи реставрации, которая не учитывала бы культурный контекст. **Мы считаем, что в случае Бендерской крепости необходимо уточнить понятие совместимости.** Действительно, **мы решили направить местное видение реставрации в сторону большей совместимости материалов с исторической архитектурой, а также в сторону большей исторической совместимости и надежности вмешательства.** Действие в этой области, основано на междисциплинарном подходе и состоит из различных реставрационных вмешательств в реконструкцию элементов архитектуры: переходные дорожки, лестницы и дозорные пути, зубчатые стены, каменные поверхности, кровля, следы недавних вмешательств.



### 6.1.1 Дорожки, лестницы и дозорный путь

#### Обобщение процесса вмешательства:

- обустройство и ремонт переходов и лестниц на крепостном валу
- установка новых перил/ограждений вдоль всех дорожек и на лестницах



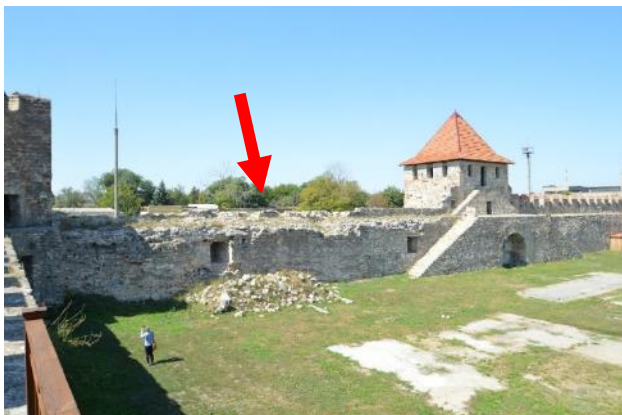
Недавно установленные лестницы и дозорные пути на стенах между башнями A3 и A4 должны быть тщательно очищены, удалив сначала всю растительность, а затем отложения.

При наличии растительной или биологической патины необходимо использовать **биоцид** широкого спектра действия на основе четвертичных солей аммония, который не образует пленок и не вызывает хроматических изменений на каменных поверхностях.

После применения и после периода действия продукта (на основе данных

технического паспорта), можно будет приступить к удалению и сухой очистке при помощи щеток. При необходимости можно провести второй цикл обработки таким же образом и в тот же период времени. Очистку можно производить вручную с помощью щеток, веников и пылесоса. Неустойчивые камни следует снова закрепить с помощью (не цементирующих) строительных растворов после очистки и подготовки поверхности. Отсутствующие камни будут заменены новыми. Недостающие швы должны быть тщательно очищены и залиты раствором.

Дозорный путь на стенах между башнями А2 и А3 разрушен, отмечены выпады в верхней части кладки; восстановление и перестановка здесь особенно необходимы. Нынешнее вмешательство должно **следовать современным архитектурным принципам реставрации, такие как: сохранение различимости, обратимости (по крайней мере потенциальной) вмешательства и соблюдение совместимости материалов.**



Все поверхностные отложения должны быть очищены, а сорняки удалены, **необходимо чтобы верхняя часть исторической кладки, все еще сохранившаяся, не была повреждена во время вмешательства.** Поэтому, возможно, потребуются стабилизировать шатающиеся камни, предварительным нанесением строительного раствора. Реставрация каменных поверхностей должна проводиться в соответствии с указаниями, приведенными далее в специальном разделе. **Реконструкция дозорного пути преследует цель восстановления формы прилегающих участков, оставшихся нетронутыми, и гарантирует эстетическую непрерывность пешеходных дорожек, при этом она должна несколько отличаться от исходной исторической кладки.** Этого можно добиться, например, при использовании камней, отличающихся по размеру от оригинальных или при использовании природных гидравлических растворов (без цемента) цвет которых несколько отличается от оригинального.

Для проведения консервации исторических участков объекта, **необходимо будет использовать материалы совместимые с существующими, как с физической и материальной точки зрения, так и с исторической.** По этой причине замена и установка новых каменных элементов должны происходить с использованием того же типа известняка, который присутствует в крепости.

**Все растворы должны быть основаны на природной гидравлической извести и не содержать примесей цемента. Категорически запрещается использовать цементный раствор** из-за высокой солевой составляющей, отличающейся жесткостью и другим коэффициентом теплового расширения по сравнению с существующим камнем и раствором. Эти характеристики цементного раствора могут быть очень вредны для исходных камней, особенно в географических районах, подверженных значительным циклам замораживания-оттаивания, таких как в зоне города Бендер. Для получения дополнительной информации о последовательности процессов, воспользуйтесь картированием реставрационных вмешательств на каменных поверхностях.





Новые перила будут установлены для обеспечения безопасного передвижения посетителей (для недопущения ситуаций, подобных той, что изображена на фотографии).

Данное вмешательство представлено особым эстетическим воздействием на общий вид крепости и его необходимо провести единообразно на всей площади Цитадели.



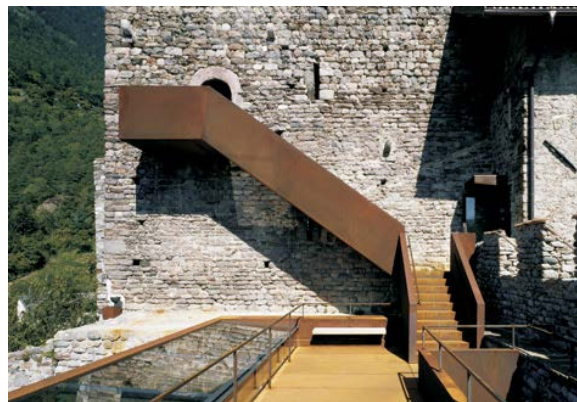
Ограждения будут установлены непосредственно на дозорном пути и будут состоять из вертикальных опор из кортеновской стали с верхней обвязкой прямоугольного сечения и перфорированными панелями из кортеновской стали изготовленными в соответствии с детальными чертежами. Вставка металлической сетки важна для обеспечения стандартов безопасности для посетителей.



Кортеновская сталь является одним из наиболее часто используемых материалов при реставрации наружных памятников, поскольку она сочетает в себе хорошие эксплуатационные характеристики и приятный эстетический вид, что делает изделия из нее особенно совместимым с историческими объектами. Использование современного материала обеспечивает идеальную различимость вмешательства. Ниже приведены несколько примеров.



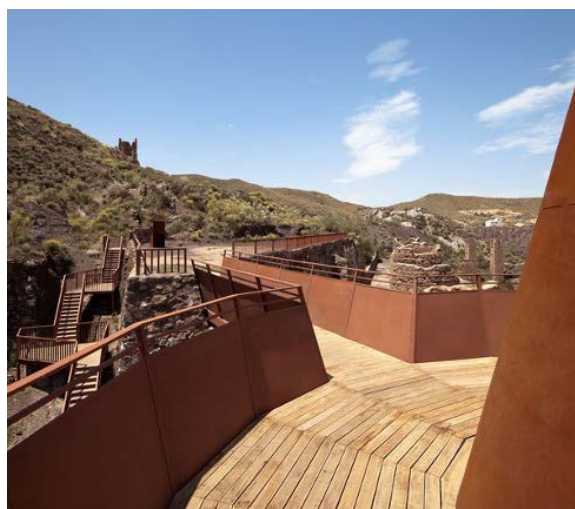
*Башня Капо Фальконе, Сардиния, Италия*



*Замок Кастель Тирола, Больцано. Италия*



*Башня "Pi des Català", Форментера, Испания*



*Исторический железный рудник, Альмерия, Испания*





Воздействие природных явлений может привести к повреждению кортеновской стали с последующим ржавлением. Поэтому важно периодически проводить защитную обработку двухкомпонентной алифатической полиуретановой краской для кортеновской стали (например, bz-COR Poliuretana SAT-EX фирмы OXIDACIÓN VIDMETAL, S. L или другого типа с теми же техническими характеристиками и свойствами).

Установка должна быть выполнена в следующей последовательности:

- разборка всех существующих перил
- перфорация кладки с постоянным шагом 1,20 м и заделкой на глубину до 50 см.
- крепление резьбового стержня (длиной не менее 60 см) к вертикальным опорам с помощью 3 шестигранных винтов
- установка вертикальной опоры и стержня в отверстия и фиксация их эпоксидной смолой
- монтаж перфорированных панелей, приваренных к рамам по периметру шестигранными винтами и распорными кольцами
- установка перил, соединенных с вертикальной опорой шестигранным винтом

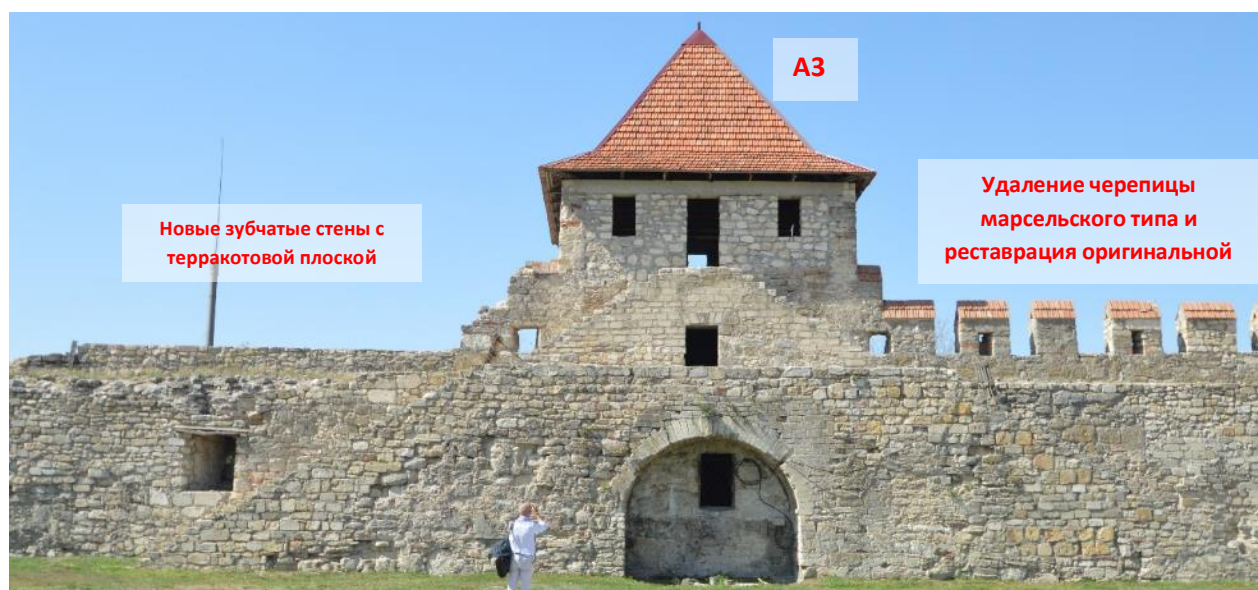
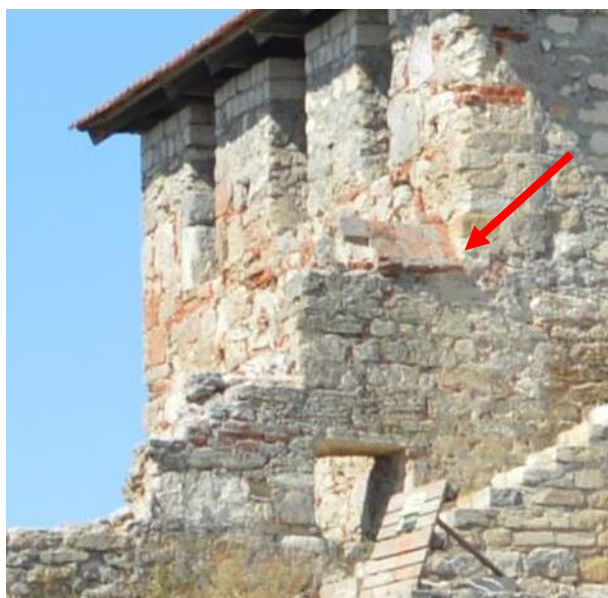
**В любом случае, перед выполнением любого вида перфораций, точки сверления должны быть заранее обозначены на дозорном пути, чтобы согласовать их с руководителем работ и заказчиком. По возможности, желательно повторно использовать существующие отверстия, возможно увеличив их глубину (при необходимости) до 50 см.**

## 6.1.2 Зубчатые стены

Обобщение процесса вмешательства:

- Замена Марсельской черепицы на плоскую терракотовую
- Реконструкция кладки зубчатых стен

**Руководство по восстановлению зубчатых стен основано на наблюдении за немногочисленными сохранившимися историческими фрагментами.** Как видно на следующих изображениях, зубчатые стены исторически оформлялись не марсельской черепицей (промышленный материал конца 19-го века), а плоской терракотовой черепицей. Недавние реконструкции дают представление об этих элементах (и о самой крепости), которые не нашли отражения в истории. Поэтому мы считаем, что **подход к реставрации должен учитывать исторические материалы, из которых была построена крепость, и тот образ, который создавался при использовании этих материалов.**





Как показано на предыдущем рисунке, зубчатые стены, недавно восстановленные между башнями A3 и A4, будут изменены с помощью:

- замены черепицы марсельского типа плоской терракотовой черепицей, если под ней не обнаружится оригинальная черепица
- разборкой марсельской черепицы и восстановлением плоской терракотовой, если оригинальная черепица не сохранилась под слоем промышленной.

Новые зубчатые стены, которые будут восстановлены между башнями A2 и A3, также завершатся покрытием плоской терракотовой черепицей.



На зубчатых стенах, где сохранилась историческая черепица, будут выполнены ее восстановление с возможным заполнением отсутствующих элементов. На зубчатых стенах, где черепица марсельского типа наклеивалась на оригинальную, необходимо аккуратно удалить ее вместе с раствором, не повреждая, при этом, исторические материалы. Затем подлежащая историческая черепица может быть восстановлена и, возможно, заново вставлена, в тех местах, где она отсутствует.

Во всех случаях реставрационные работы должны выполняться профессиональными реставраторами и сертифицированной реставрационной компанией, используя при этом без цементные природные гидравлические растворы.



## 6.1.3 Каменные поверхности

**Обобщение процесса вмешательства:**

- Полная реставрация внутренних и наружных каменных поверхностей
- Очистка, укрепление, сохранение обрушений, устранение опасных недавних вмешательств

Восстановление каменных поверхностей должно производиться профессиональными реставраторами и сертифицированной реставрационной компанией. Восстановление будет направлено на предотвращение изменений и дальнейшего ухудшения состояния объекта. Большая часть изменений поверхностей обусловлена воздействием атмосферных явлений и циклами замерзания и



оттаивания, которым подвергаются растворы и камень. К этой естественной деградации добавляются изменения, вызванные человеческим фактором, например, граффити и вмешательства, выполненные с использованием материалов, недостаточно совместимых с историческими. Очевидна также необходимость постоянной борьбы с сорняками.

Описанные ниже вмешательства относятся к экспликации изменений поверхностей камня на карте деградации, где все процессы перечислены в порядке их выполнения.

Приведенные ниже изображения отражают состояние сохранности кладки между башнями A2 и A3 на внутренней стороне. Хорошо видны обрушения кладки, сорная растительность, частичное отсутствие облицовки стен и значительное ухудшение состояния дозорного пути.







Приведенные ниже изображения отражают состояние сохранности кладки между башнями А2 и А3 на внешней стороне.







На изображениях ниже видно состояние сохранности кладки между башнями А3 и А4 с внутренней стороны.





На изображениях ниже видно состояние сохранности кладки между башнями А3 и А4 с внешней стороны.



Все поверхностные отложения должны быть очищены, а сорняки удалены, необходимо чтобы все еще сохранившаяся верхняя часть исторической кладки не была повреждена во время вмешательства. Восстановление каменных поверхностей должно проводиться в соответствии с указаниями, приведенными далее в специальном разделе. Реконструкция дозорного пути направлена на восстановление формы прилегающих участков, оставшихся нетронутыми, и гарантирует эстетическую непрерывность пешеходных дорожек, при этом она должна слегка отличаться от исходной исторической кладки. Это может случиться, например, при использовании камней, отличающихся по размеру от оригинальных или при использовании природных гидравлических растворов (без цемента) цвет которых несколько отличается от оригинального.

Для сохранения исторических частей памятника необходимо будет использовать материалы, совместимые с существующими, как по своим физическим, так и по историческим свойствам. По этой причине, замена и установка новых каменных элементов должны происходить с использованием того же типа известняка, который присутствует в крепости.

Все растворы должны быть природными гидравлическими и без цементными. Категорически запрещается использовать цементный раствор из-за высокой солевой составляющей, отличающейся жесткостью и другим коэффициентом теплового расширения по сравнению с существующим камнем и раствором. Эти две характеристики цементного раствора могут быть крайне вредны для природных камней, особенно в географических районах, подверженных множественным циклам замораживания и оттаивания, подобных тем, которые отмечаются в зоне города Бендер.

Для получения более детальной информации о последовательности процессов, воспользуйтесь картированием реставрационных вмешательств на каменных поверхностях.

#### 6.1.4 Кровля

##### Обобщение процесса вмешательства:

- Новые кровля на башнях А2 и А4 (деревянная конструкция и черепица)
- Замена кровли на башнях А3 и А6 (от металлоконструкций и марсельской черепицы до деревянных конструкций и деревянной черепицы)

Рекомендации по реконструкции кровли основаны на изучении имеющихся исторических данных (которые указывают на наличие деревянных конструкций и черепицы) и на наблюдении крепостей, подобных Бендерской. Башни А2 и А4, в настоящее время не имеющие кровли, будут оборудованы новой кровлей, выполненной с использованием деревянных конструкций и деревянной черепицы. Форма этой новой кровли будет аналогична форме кровле на других башнях крепости, а используемые методы строительства, хоть и современные, будут совместимы с историческими, встречающимися в подобных крепостях, расположенных вдоль реки Днестр.



Конфигурация крыш этих зданий могли бы послужить полезным ориентиром для проектирования новых крыш для башен А2 и А4 Бендерской крепости. На рисунках ниже приведены некоторые примеры.



*Крыши Сорокской крепости: деревянные конструкции, состоящие из балочных перекрытий и деревянной черепицы*

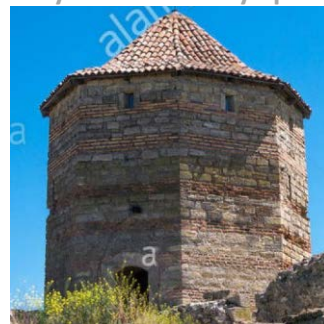
Для Бендерской крепости мы выбрали меньшую проекцию внешнего желоба, аналогичную проекции существующих крыш в других крепостях. Крыша будет скатной - крыша с двойным наклоном фланца как на многоугольных, так и на круглых башнях. То же самое наблюдение будет сделано для всех других крыш башен, чтобы обеспечить большую совместимость недавних вмешательств с исторической природой памятника. Запрещается использовать такие материалы, как железобетон, цементные растворы, промышленную плитку (марсельского типа) и методологически необоснованные металлические конструкции.



На этой стадии восстановительных работ, мы произведем **замену кровли на башнях А3 и А6** (полные фазы вмешательств описаны в структурных разделах), которая в настоящее время представлена металлическими конструкциями и марсельской черепицей, то есть, из материалов, исторически никогда не существовавших в Бендерской крепости.

Новая кровля, так же, как и на башнях А2 и А4, будет построена на основе **деревянной конструкции** и покрыта **деревянной черепицей**.

Эти крыши станут эталоном для будущих работ по пересмотру других крыш, фактически покрытых фальшивой современной черепицей (марсельского типа).



*Аккерманская крепость также известная как Монкастро (Украина)*



*Аэрофотоснимок крепости с предложением установки новых деревянных крыш для башен*

#### 6.1.5 Недавние вмешательства

##### Обобщение процесса вмешательства:

- **Замена ранее существовавших элементов:**
  - новые зубчатые стены - замена марсельской черепицы и муравление сильно разбавленными природными гидравлическими известковыми растворами
  - новые лестницы и каменные кладки - муравление с помощью сильно разбавленных природных гидравлических известковых растворов
- **Достроенные элементы, которые, вероятно, никогда не существовали:**
  - заделка внутренней стороны средних башен - видимая через слой штукатурки

Наше предложение предусматривает различный подход к **недавним вмешательствам**, основанный на исторической роли каждого элемента. В частности, мы различаем элементы двух типов: **ранее существовавшие элементы** и **вновь достроенные, которые, вероятно, никогда не существовали в период, когда крепость в основном использовалась для обороны**.

К **первой категории** мы отнесли новые зубчатые стены, новые крыши, новые лестницы, которые, хотя и существовали ранее, недавно были восстановлены с использованием материалов, несовместимых с памятником, как с исторической точки зрения, так и с точки зрения реставрации.

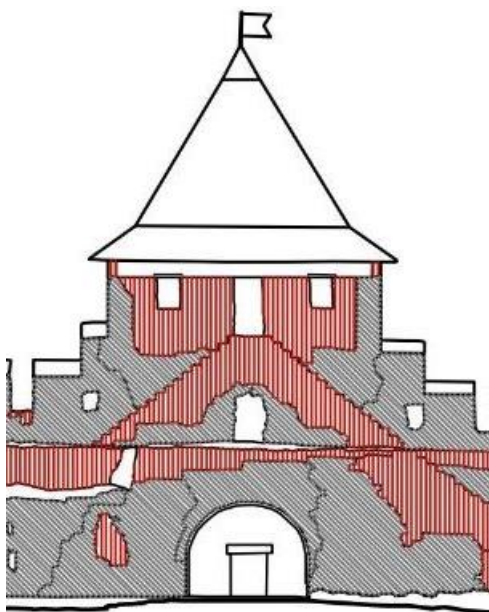
Так как эти элементы четко различимы, вследствие существенных и иногда инвазивных реконструкции, то их замена на данном этапе может нанести большой ущерб памятнику. Поэтому выбор состоит в том, чтобы заняться основными критическими архитектурными проблемами, которые могут быть решены с минимальным воздействием на памятник.

Кровля башни А3 будет заменена, как описано ранее в данном отчете, черепица марсельского типа будет удалена с зубчатых стен, а новые зубчатые стены будут воссозданы с использованием совместимых строительных растворов. Недавние вмешательства, были произведены с помощью цементных растворов, которые не могут быть удалены без повреждения существующих конструкций. Новые зубчатые стены и новые лестницы, могут быть визуальнo смягчены путем нанесения тонких слоев, сильно разбавленных природных гидравлических известковых растворов.

В случае **элементов, которые были достроены на более поздних фазах**, мы, в частности, включили заделку зазора на внутренней стороне средних башен, таких как башня А3, где просматривается новая кладка, датируемая 19-м веком. Кроме того, невозможно удалить этот элемент без риска повреждения исторических стен; поэтому мы решили визуальнo смягчить воздействие этой недавней трансформации путем нанесения слоя штукатурки, состоящего из природного гидравлического раствора, смешанного с местным песком и мелкой галькой, как показано на следующих изображениях. **Важно отметить, что вмешательства, описанные в этой главе, направлены на решение критических проблем, вызванных недавними несовместимыми строительными работами. Этот вид работ никогда больше не должен выполняться на объекте. Мы имеем в виду, в частности, строительство элементов, которые никогда не существовали, и использование несовместимых материалов, таких как железобетон.**



*Башня А3: текущая ситуация*



Недавние вмешательства отмеченные красным цветом



Проектное предложение

## 6.2 Общие и эксплуатационные показания к восстановлению каменных кладок

Восстановление начнется с **УДАЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТИНЫ И КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ**.

Этот процесс не обязательно должен охватывать абсолютно все поверхности; он должен осуществляться конкретно там, где впоследствии необходимо будет работать над восстановлением недостающих частей и над укреплением и сохранностью кладки. Очистка должна производиться с помощью биоцида на основе четвертичных солей аммония широкого спектра действия, который не образует пленок и не вызывает хроматических изменений на поверхности камня. После обработки, необходимо будет подождать несколько дней (в соответствии с Паспортом продукта), чтобы произошло воздействие и уничтожение организмов. Остатки обработки и все когерентные и некогерентные отложения должны быть удалены сухой чисткой с помощью щеток и пылесоса. Выполняемые действия не должны вызвать повреждения каменных поверхностей.

Все каменные поверхности будут очищены<sup>7</sup> с помощью **ПЕСКОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ С НИЗКИМ ДАВЛЕНИЕМ** (например, с использованием системы Jos или IBIX). Эта система представляет собой инновационный вихревой процесс очистки в условиях низкого давления, используемый в секторе восстановления памятников для удаления пыли, граффити, известкового налета, водорослей, мха, отложений на каменной кладке и старой штукатурки. Эта технология идеально подходит для Бендерской крепости, где сухая пескоструйная обработка и гидродинамическая пескоструйная обработка могут оказаться слишком агрессивными методами для мягкого известняка. Вихревой поток, создаваемый энергией вращения, распределяет инертные гранулы (а возможно, и капли воды) по спиральным траекториям, проецируя их на грязную поверхность и идеально приспосабливаясь к ней. Инертные частицы, скользящие по поверхности, подлежащей очистке, должны производить очистку однородным способом без образования микротрещин и других изменений на поверхностях.

Абразивные материалы должны быть мягче, чем очищаемый камень. Заполнитель должен быть химически нейтральным и неметаллическим, свободным от токсичных веществ, не канцерогенным и не должен выделять свободный кремний. Кроме того, он не должен содержать примесей или загрязнений, не должен быть радиоактивным и не должен содержать солей.

Очистка с помощью тангенциальной пескоструйной обработки должна быть испытана на небольших участках каменной поверхности и представлена на утверждение руководителю строительных работ. Должны быть испытаны различные комбинации регулирования давления и различные типы агрегатов. После получения разрешения от руководства можно приступить к очистке поверхностей. **Категорически запрещается использовать промышленную пескоструйную обработку под высоким давлением.**

---

<sup>7</sup> конкретные рекомендации по методам реставрации можно найти в "предварительной информации по сохранению и укреплению Бендерской крепости (Тигина)" - глава 3.2.2 "Очистка":

"Очистительная обработка должна быть ограничена рамками правильной технологии заполнения швов и расшивки, а также вмешательств, направленных на укрепление объекта. Такие очистки должны быть сведены к удалению некогерентных отложений и пыли, образовавшихся ранее используемыми растворами и частицами строительного (тесаного) камня во время фазы отслаивания, и должны проводиться неабразивными щетками и водой (без солей). Очень важно, чтобы поверхность тесаных каменных блоков не была повреждена во время удаления патины, то есть, того поверхностного слоя, который хранит следы отделки и взаимодействия с окружающей средой"



Удаление когерентных поверхностных отложений, инкрустаций, включений извести, видоизмененных закрепителей должно производиться **методом пакетного закрепления**, с пропиткой насыщенным раствором неорганических солей или карбоната аммония; солюбилизованные отложения будут очищаться с помощью щеток, скальпелей и специальных инструментов.

**УТЕЧКУ ЧЕРЕЗ КЛАДОЧНЫЕ ШВЫ** можно остановить следующими способами:

1. очистка всех швов и удаление всех когерентных и некогерентных отложений путем тщательной ручной очистки щетками и пылесосом (в дополнение к пескоструйной обработке, упомянутой выше)
2. в тех случаях, когда окружающие камни подвержены
  - пульверизации: они могут быть закреплены с помощью этилсиликата / оксалата аммония, нанесенного распылением, кистью или методом пакетного уплотнения
  - отслаивание, микротрещины и небольшие отрывы: адгезия может быть гарантирована с помощью инъекций известкового раствора
3. стилизация и затирка<sup>8</sup> швов новым известковым раствором

**РАЗРУШЕНИЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**, приводящее к сглаживанию форм, может быть остановлено благодаря

1. очистке всех швов и удалению всех когерентных и некогерентных отложений путем тщательной ручной очистки щетками и пылесосом (в дополнение к пескоструйной обработке, упомянутой ранее)
2. в тех случаях, когда окружающие камни подвержены
  - пульверизации: они могут быть закреплены с помощью этилсиликата / оксалата аммония, нанесенного распылением, кистью или методом пакетного уплотнения
  - отслаивание, микротрещины и небольшие отрывы: адгезия может быть гарантирована с помощью инъекций известкового раствора

**ФРАГМЕНТАЦИЯ И РАЗРУШЕНИЕ КАМЕННОГО МАТЕРИАЛА** могут быть остановлены с помощью

1. очистки всех швов и удалению всех когерентных и некогерентных отложений путем тщательной ручной очистки щетками и пылесосом (в дополнение к пескоструйной обработке, упомянутой ранее)
2. в тех случаях, когда окружающие камни подвержены

<sup>8</sup> конкретные рекомендации по методам реставрации можно найти в “предварительной информации по сохранению и укреплению Бендерской крепости (Тигина)” - глава 3.2.2 “Очистка”: глава 3.2.3 “заполнение и герметизация”:

“Каждая операция герметизации и заполнения швов направлена на ограничение проникновения воды и влаги в стыки между камнями в стенах, чтобы уменьшить потенциальную активацию связанных с этим, явлений разрушения. Кроме того, это подготовительное мероприятие для возможного укрепления штукатурки, герметизации периметров во время предыдущей фазы отделения и перед последующими инъектированиями. Выбор раствора для инъектирования должен быть тщательно взвешен и диверсифицирован в соответствии с характеристиками существующих строительных растворов в каждой кладке или даже на отдельных участках стен. В этой связи следует сослаться на [ ... ] абак типов кладки. Как правило, растворы на основе вяжущих веществ без соли (природная аэрированная или гидравлическая известь) должны использоваться с аллювиальными заполнителями, соответствующими гранулометрическим и петрографическим характеристикам исторических растворов, когда это возможно (например, если исходный раствор оказывается плохо подготовленным с очевидными недостатками по кривой гранулометрического состава, то нецелесообразно воспроизводить слабый раствор). Инъектированию раствора для заполнения глубоко разрушенных швов на стенах должна предшествовать соответствующая очистка, выполненная таким образом, чтобы сохранялась различимость текстуры стен, то есть края каменных элементов, образующих стену, не должны быть покрыты раствором, а должны быть оставлены видимыми. Необходимо подготовить достаточное количество образцов для определения оттенка, глубины и наиболее подходящей техники стилизации отдельно взятой каменной стены. [...]»

- пульверизации: они могут быть закреплены с помощью этилсиликата / оксалата аммония, нанесенного распылением, кистью или методом пакетного уплотнения
  - отслаивание, микротрещины и небольшие отрывы: адгезия может быть гарантирована с помощью инъекций известкового раствора
3. Восстановление облицовки стен известняковыми элементами с античной обработкой: реконструкция участков утраченной или невозстановимой кладки стен, выполняемая после консолидации остаточных растворов с последующей локализованной реконструкцией недостающей части с использованием материалов и приемов, совместимых с оригинальными и соответствующих склеиванию с подложкой

Вполне возможно, что слои кладки повреждены. Необходимо будет убедиться, что она пригодна для новой облицовки стен. Будет необходимо выполнить следующие действия:

- a) тщательно очистить нуклеус с помощью тех же процедур очистки, что и для облицовки стены
- b) закрепить нуклеус (осколки породы)
  - использовать этилсиликат, нанесенный с помощью распылителя или кисти, при очевидности явлений распыления
  - произвести инъектирование жидкого известкового раствора, в выявленные микротрещины
- c) восстановить утраченные части нуклеуса путем заполнения естественными гидравлическими известковыми растворами, свободными от солей, с соответствующим соотношением заполнителя / связующего компонента/ воды и кривой гранулометрического состава, аналогичной существующей

Восстановление каменной кладки стен должно происходить одновременно с восстановлением камней из разрушенных частей памятника.

**РАСПАД ПРИРОДНОГО КАМНЯ** является показательным для ранее перечисленных явлений распада. Таким образом, к реставрационным вмешательствам относится:

1. очистка всех швов и удалению всех когерентных и некогерентных отложений путем тщательной ручной очистки щетками и пылесосом (в дополнение к пескоструйной обработке, упомянутой ранее)
2. в тех случаях, когда окружающие камни подвержены
  - пульверизации: они могут быть закреплены с помощью этилсиликата / оксалата аммония, нанесенного распылением, кистью или методом пакетного уплотнения
  - отслаивание, микротрещины и небольшие отрывы: адгезия может быть гарантирована с помощью инъекций известкового раствора
3. если камни отсутствуют или полностью выпали, их необходимо заменить камнями того же типа и размера.
4. выполнить стилизацию и затирку швов новым известковым раствором

Вполне возможно, что слои кладки повреждены. Необходимо будет убедиться, что она пригодна для новой облицовки стен. Будет необходимо выполнить следующие действия:

- d) тщательно очистить нуклеус с помощью тех же процедур очистки, что и для облицовки стены
- e) закрепить нуклеус (осколки породы)
  - этилсиликатом / оксалатом аммония, нанесенным распылением или кистью, или консолидирующим методом упаковки, где явление распыления очевидно

- произвести инъектирование жидкого известкового раствора, в выявленные микротрещины
- f) восстановить утраченные части нуклеуса путем заполнения естественными гидравлическими известковыми растворами, свободными от солей, с соответствующим соотношением заполнителя / связующего компонента/ воды и кривой гранулометрического состава, аналогичной существующей

Восстановление каменной кладки стен должно происходить одновременно с восстановлением камней из разрушенных частей памятника.

Затем необходимо будет произвести **УДАЛЕНИЕ ГРАФФИТИ** с поверхностей, используя состав на основе растворителей и поверхностно-активных веществ, разрушающий красящие оксиды спреев и маркеров, повторным нанесением распылителем или кистью, с окончательной смывкой губкой, пропитанной водой. Граффити были обнаружены главным образом в нижней крепости (не включены в эту серию работ), но не исключено их наличие и в ранее не обнаруженных участках на фасаде А4-А2 и в сочетании со старыми слоями распыленной штукатурки, (фасад А4-А6).

**Все растворы должны быть гидравлическими без цементными на основе природного гидравлического известкового раствора. Категорически запрещено использовать цементный раствор** из-за высокой солевой составляющей, отличающейся жесткостью и различным коэффициентом теплового расширения по сравнению с существующим камнем и раствором. Эти две характеристики цементного раствора могут быть крайне вредны для природных камней, особенно в географических районах, подверженных множественным циклам замораживания и оттаивания, подобных тем, которые отмечаются в зоне города Бендер.

Именно по этой причине настоятельно рекомендуется **УДАЛЯТЬ ВСЕ НЕДАВНИЕ ЦЕМЕНТНЫЕ ЗАПЛАТКИ**, заменив их новыми швами и произвести затирку известковым раствором, после тщательной очистки и уплотнения этилсиликатом/оксалатом аммония, по мере необходимости.

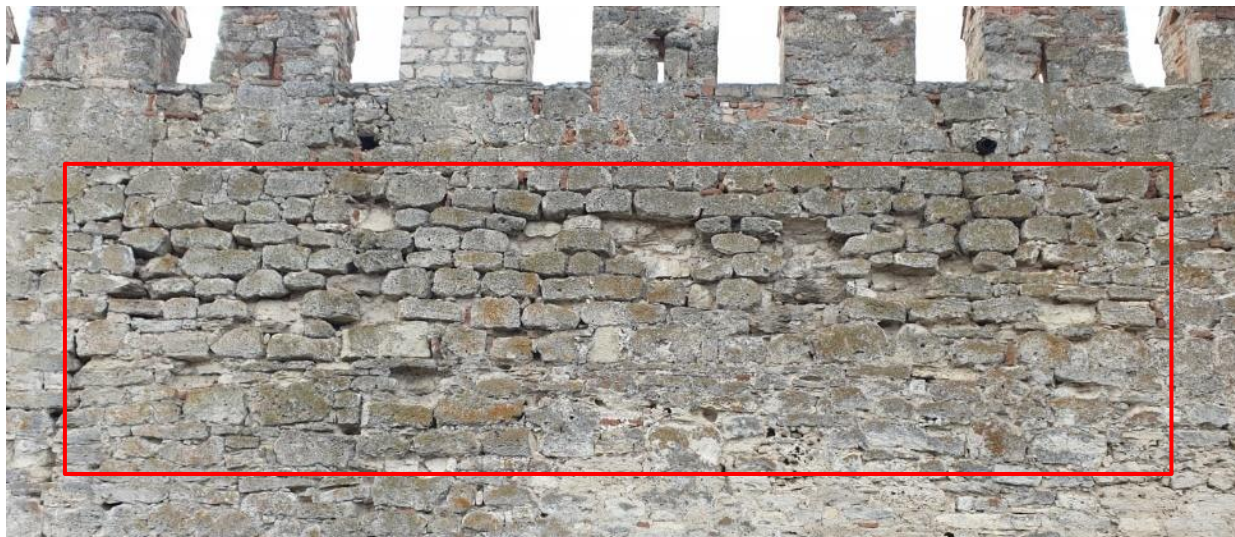
Слои цементной штукатурки также необходимо удалить, а подлежащие поверхности тщательно очистить щетками и - при необходимости - закрепить импрегнированным этилсиликатом/оксалатом аммония.

### 6.3 Реставрационное вмешательство на других участках крепости

#### 6.3.1 Крепление и ремонт каменных фасадов

Приведенные ниже изображения описывают ситуацию повсеместного ухудшения состояния как внешних, так и внутренних стен цитадели. Как правило, эти явления распада начинаются с деформации швов раствора и усиливается с дальнейшей потерей некоторых каменных блоков вплоть до целых участков стен.

В этом случае может быть и другая мотивация: разрушение деревянного каркаса внутри стен и наличие больших пустот, вероятно, ослабили сердцевину кладки, способствуя деградации и отрыву облицовочного камня.



*Локальное разрушение растворных швов и потеря (выпады) части камней*



*Разрушение швов, деградация каменной облицовки, выпадения камней*



*Обрушение и локальная потеря колотого камня в пустотах, образовавшихся после разрушения деревянной дранки*

Эту ситуацию необходимо сделать безопасной по двум причинам: чтобы позволить посетителям безопасно наслаждаться видами крепости и сохранить крепость, остановив, или, по крайней мере, замедлив ее разрушение.

Предлагаемое вмешательство предусматривает укрепление и ремонт каменной облицовки там, где она отсутствует, с вставкой новых каменных блоков, защищенных соответствующим покрытием, чтобы обеспечить наилучшую интеграцию с существующими блоками.



Важно указать, что материалы, используемые для обеспечения безопасности стен, должны быть совместимы с историческими материалами.

Категорически запрещается использовать материалы на цементной основе или с цементными элементами. Высокое содержание солей в цементе и разный коэффициент расширения по сравнению с историческими стенами и растворами могут привести к еще большему ущербу вместо решения существующих проблем. Новые камни должны быть из известняка, аналогичного существующему (допускается использование "спасенных" камней); растворы должны быть основаны на природной гидравлической извести и не содержать цемента.

Обрабатываемая поверхность должна быть очищена от всех отложений (как рыхлых, так и налипших) и биологических организмов, чтобы гарантировать поверхность, пригодную для соединения с реставрационными материалами. Если и там, где это необходимо, существующие материалы (растворы, нуклеусы и камни) должны быть укреплены инъектированием полостей раствором или пропиткой этилсиликатом.

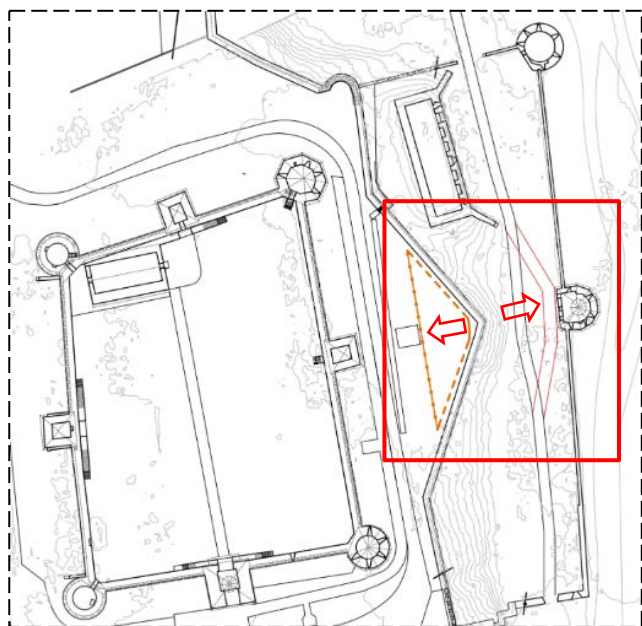
Неустойчивые камни необходимо стабилизировать новыми растворами; недостающие камни должны быть заменены новыми, подобными существующим.

В зоне крепостного вала В7 ситуация представляется довольно серьезной, и требуется структурный мониторинг в течение не менее чем 13 месяцев, чтобы понять поведение глубоких повреждений и отсутствия облицовки на кладке, прежде чем выбрать правильный метод вмешательства.

Поэтому, на данном этапе наше вмешательство распространяется только на укрепление слабых мест стен цитадели и нижней крепости. Мы также обеспечим безопасность маршрута посещения, зоны напротив бастиона В7 (как описано в следующем параграфе), до получения результатов структурного мониторинга.

### 6.3.2 Крепостной вал В7: проведение реставрационного вмешательства для обеспечения безопасного доступа посетителей

Цель предлагаемого вмешательства на данном участке работ состоит в том, чтобы обезопасить маршруты посещения до получения оценки для более решительного вмешательства в зоне крепостного вала В7.



Структурное укрепление вала В7 является приоритетной задачей, но потребуются не менее 13 месяцев структурного топографического мониторинга на нем, чтобы правильно определить объем требуемых мероприятий.

Как только процедура мониторинга будет завершена, мы предложим рекомендации по укреплению кладки. По этой причине маршруты посещения необходимо будет временно еще больше отдалить от бастиона.

Чтобы обеспечить безопасное посещение, ограждение необходимо будет отодвинуть от края откоса; проход под бастионом необходимо отодвинуть дальше его от нижней границы.

Пожалуйста, ознакомьтесь с приложенным изображением.

## 6.3.3 Дозорный путь, переходы, лестницы и перила

## Обобщение процесса вмешательства:

- обустройство и ремонт переходов и лестниц над крепостным валом
- установка новых перил/ограждений вдоль всех дорожек и на лестницах



*Реальное состояние пешеходных дорожек*

Реставрационное вмешательство, описанное в предыдущем пункте, 6.1.1 должно распространяться на весь дозорный путь.

Как видно из фотографий, вся пешеходная дорожка требует капитального ремонта: необходимо провести удаление растительности и отложений, осуществить фиксацию незакрепленных камней, замену недостающих камней и повторное заполнение недостающих стыков.

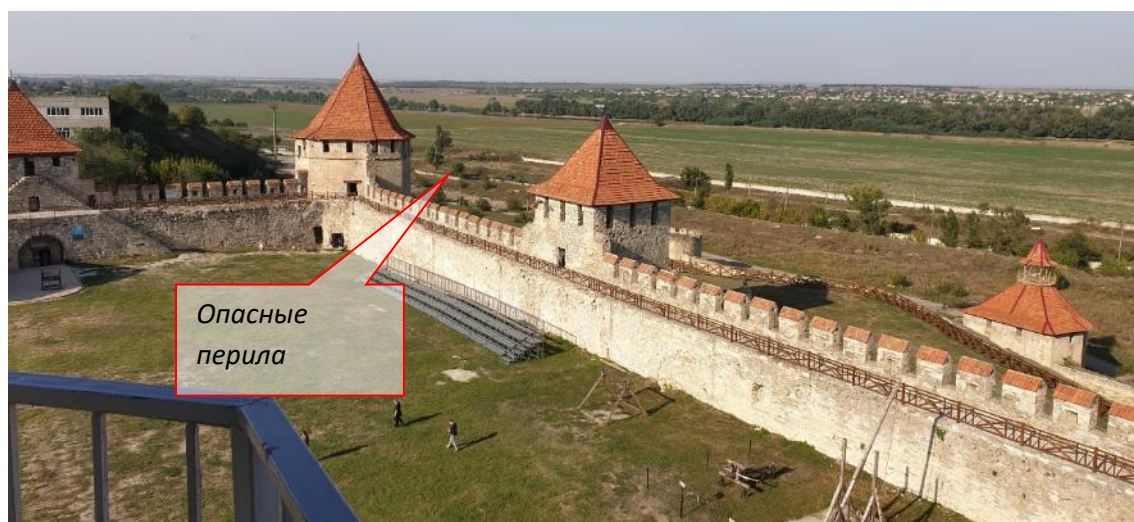
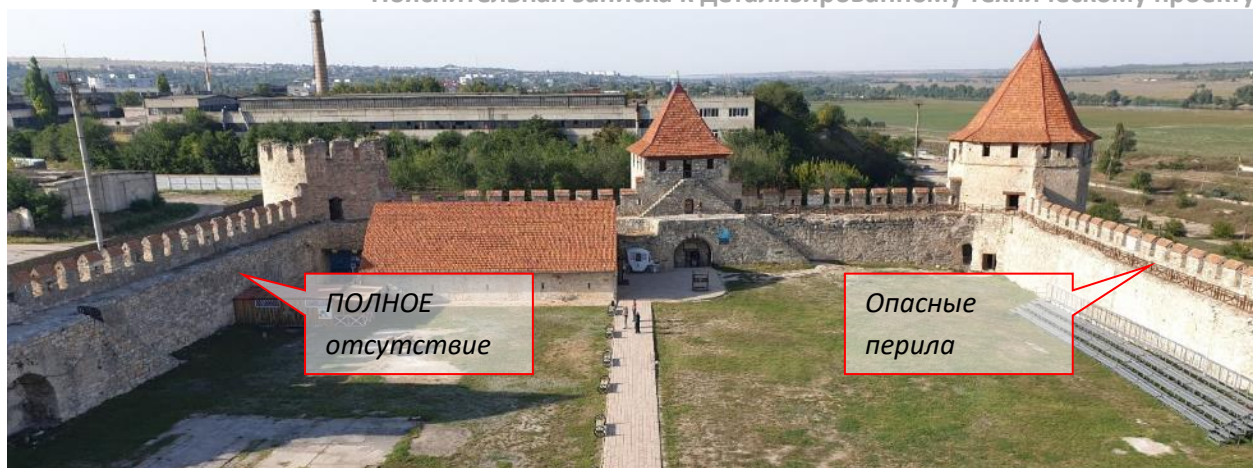


*Ребенок может провалиться сквозь сетку перил*

С точки зрения безопасности посетителей, отмечаются две ситуации:

- перила различных типов, причем ни один тип не обеспечивает безопасность на высоте
- полное отсутствие перил





Пояснительная записка к детализированному техническому проекту



Все маршруты на высоте должны быть оборудованы перилами, защищающими от падения.

Таким образом, сетка должна состоять из элементов, расположенных достаточно близко, чтобы предотвратить любую возможность падения или ранения людей, и попадания предметов, которые могут упасть и поранить кого-либо из посетителей.

Там, где они уже есть, все перила будут заменены, там, где их нет, они будут установлены.

Ограждения будут установлены непосредственно на дозорном пути.







*Проектное предложение*

## 6.3.4 Дренажная система

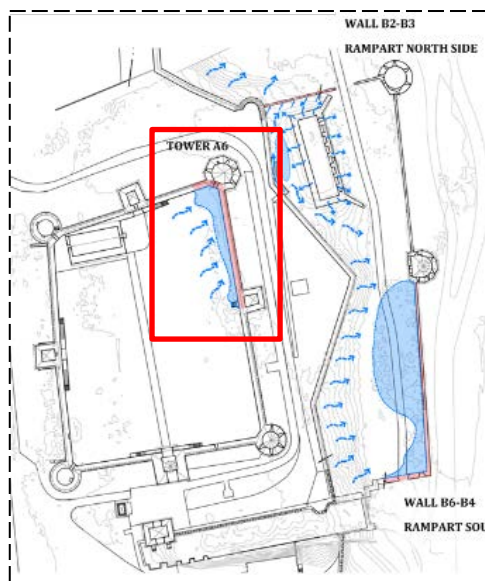
## Обобщение процесса вмешательства:

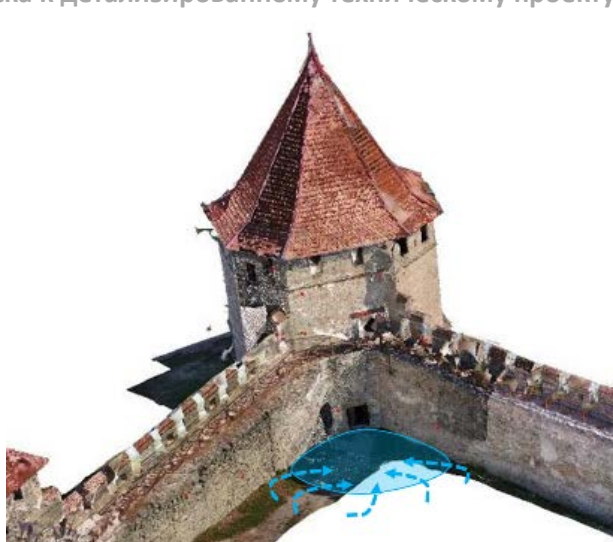
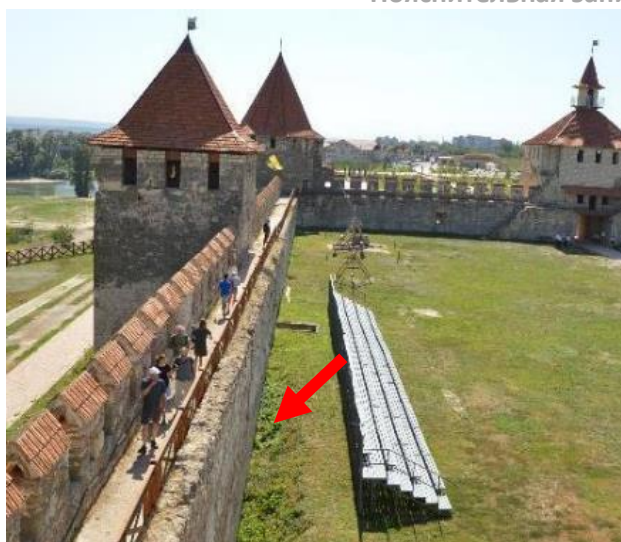
- Наземное моделирование (земляные работы)
- Восстановление и обслуживание существующих каналов водостока
- Новые соединения между каналами

Главным критическим вопросом, в Цитадели является проблема отвода поверхностных и дождевых вод.

Исследования на склонах показали застой воды в зоне башни А6. Этот застой может стать одним из пусковых факторов и в любом случае будет способствовать обострению структурных проблем, связанных с проседанием грунта в этой части крепости.

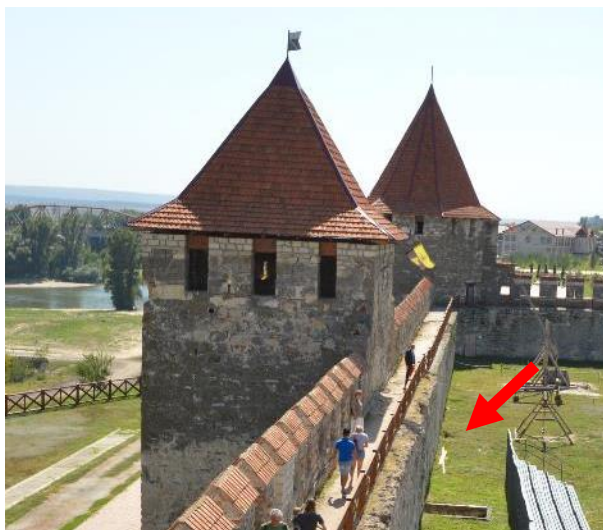
Необходимы действия, чтобы ограничить скопление воды в зоне башне А6.





Будет проведена реконструкция, для обеспечения правильного водостока, изменив угол наклона для доступа (входа) в башню А6, будет установлена каменная лестница, подобная той, которая существует перед входом в башню А7. Таким образом можно избежать явлений застоя воды.

В цитадели появятся два коллекторных канала, которые будут отводить воду наружу (см. подробные чертежи). Для этой цели будет восстановлена и подготовлена к работе ныне существующая канализация, которая пересекает кладку между башнями А7 и А8. Нужно будет хорошо очистить канал водоотвода от всех сорняков и отложений. С внешней стороны можно будет установить канализационную сетку для подключения к существующему стоку.







Существующий большой бетонный канал необходимо очистить от всей растительности и грязи, которые блокируют весь участок от крепостного вала до конца (до стены В2-В3).







Важно обеспечить непрерывное техническое обслуживание этих каналов, особенно в узловых точках, в колодцах и там, где имеются перепады высоты, чтобы обеспечить правильную работу и избежать повреждений на остальных участках крепости. В частности, должна быть очищена и восстановлена канализационная перемычка между крепостным валом и нижней крепостью. Фактически, монтаж лестницы без подготовки бетонных подушек для защиты стен, вызвал обрушение и повреждение исторической кладки.

Основание водостока также необходимо очистить и в дальнейшем производить обслуживание. Фактически, большая часть его пути засорена растительными остатками, которые препятствуют свободному оттоку воды и приводят к застою влаги.



## 7 Структурные вмешательства

Этот раздел отчёта призван проиллюстрировать проверки, касающиеся исполнительного проекта структурного укрепления Бендерской крепости. В частности, предлагаемые мероприятия будут касаться:

- укрепление кладки цитадели с помощью инъектирования растворов и искусственных анкерных камней на конкретном испытательном участке с целью реализации пилотного проекта;
- укрепление башни А6 двумя стяжками на существующих деревянных настилах;
- усиление водонапорной башни двумя парами металлических стяжек и новой опорой из железобетона;
- армирование башни В3 цементацией наружных швов нитями из нержавеющей стали диаметром Ø6 мм вставленных в восемь растворных стыков;
- новая кровля для башен А2, А3, А4 и А6, состоящая из первичной и вторичной конструкции из цельной древесины, покрытой деревянной дранкой.

Ниже приведен список проектных чертежей, упомянутых в следующих параграфах:

- армирование кладки: **C226\_PES\_001**;
- усиление структуры башни А6: **C226\_PES\_002**;
- усиление стыков водонапорной башни: **C226\_PES\_003**;
- усиление стыков башни В3: **C226\_PES\_004**;
- новая кровля для башен А2, А4 и А6: **C226\_PEA\_002a-b-c**;
- новые перила: **C226\_PEA\_003**.

Последние два чертежа являются частью архитектурного проекта, но они также были более детально описаны в данной части отчета в отношении структурной проверки деревянной конструкции и перил.

К настоящему отчету прилагается анализ, выполненный инженером Evgheni Cutia, который является неотъемлемой частью и основным источником справочной информации для расчетов, выполненных и представленных в следующих пунктах. В своем отчете *"Сравнительный анализ Еврокода 8 и СНиП II-7-81"* Evgheni Cutia представил важное сравнение между молдавским законодательством в области сейсмологии и законодательством, положенным в основу Еврокодов, с целью проверки сопоставимости предлагаемого структурного проекта с молдавскими стандартами.

Ниже приведен список других отчетов, подготовленных инженером Evgheni Cutia, ссылки на которые содержатся в следующих параграфах:

- усиление башни А6: *"Структурный анализ башни А6 в соответствии с требованиями СНиП II-7-81"*;
- армирование стыков водонапорной башни: *"Структурный анализ водонапорной башни в соответствии с требованиями СНиП II-7-81"*;
- усиление башни В3: *"Структурный анализ башни В3 в соответствии с требованиями СНиП II-7-81"*;
- новая кровля для башен А2, А4 и А6: *"Пояснительная записка к новой конструкции кровли"*.

### 7.1 Ссылочный стандарт

- Еврокод 8. Расчет сейсмостойкости строительных конструкций
- СНиП II-7-81\* - строительство в сейсмических районах

Более конкретные ссылки на стандарты будут указаны в проектных чертежах в требованиях к конструкционным материалам.



## 7.2 Армирование кладки

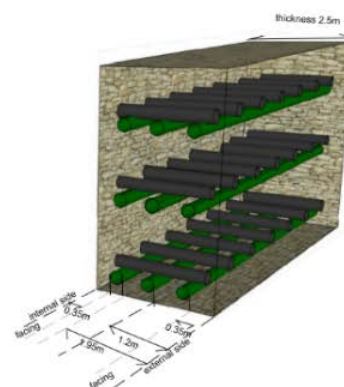
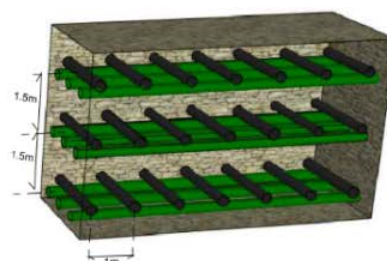
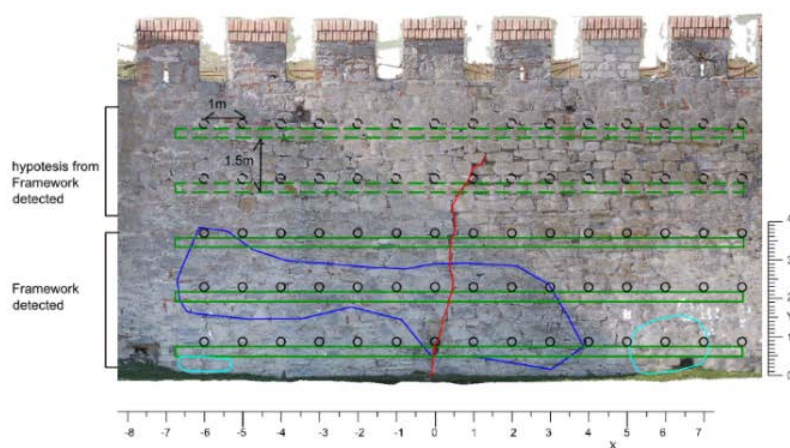
Для усиления кладки был предусмотрен ряд мероприятий, которые будут проведены на испытательном участке, расположенном между башнями А6 и А7 (показаны на последовательных изображениях), чтобы запустить пилотный проект, который в будущем может быть распространен на все участки стен. Пилотный проект послужит для проверки на месте и для тестирования глобальной обоснованности этого вмешательства.

Цель этих запланированных мероприятий, состоит в том, чтобы укрепить каменную кладку как со статической, так и с сейсмической точки зрения. Основание стены, которое, главным образом, обеспечивает статический вклад, будет усилено за счет инъектирования спреда в обнаруженные пустоты с помощью раствора армированного волокном.

Верхняя часть, которая в основном несет сейсмическую нагрузку, будет усилена вставкой из искусственных камней скрепленных сквозным стальным стержнем и армированным природным гидравлическим известковым раствором, а также соединенным с внешней стороны металлическим удерживающим устройством.

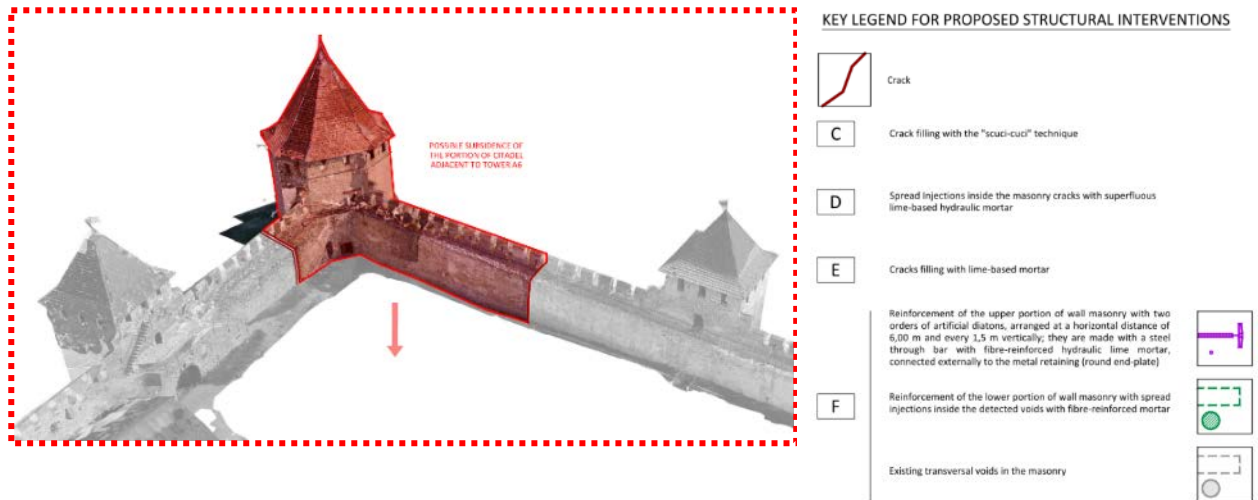


Synthesis constructive framework

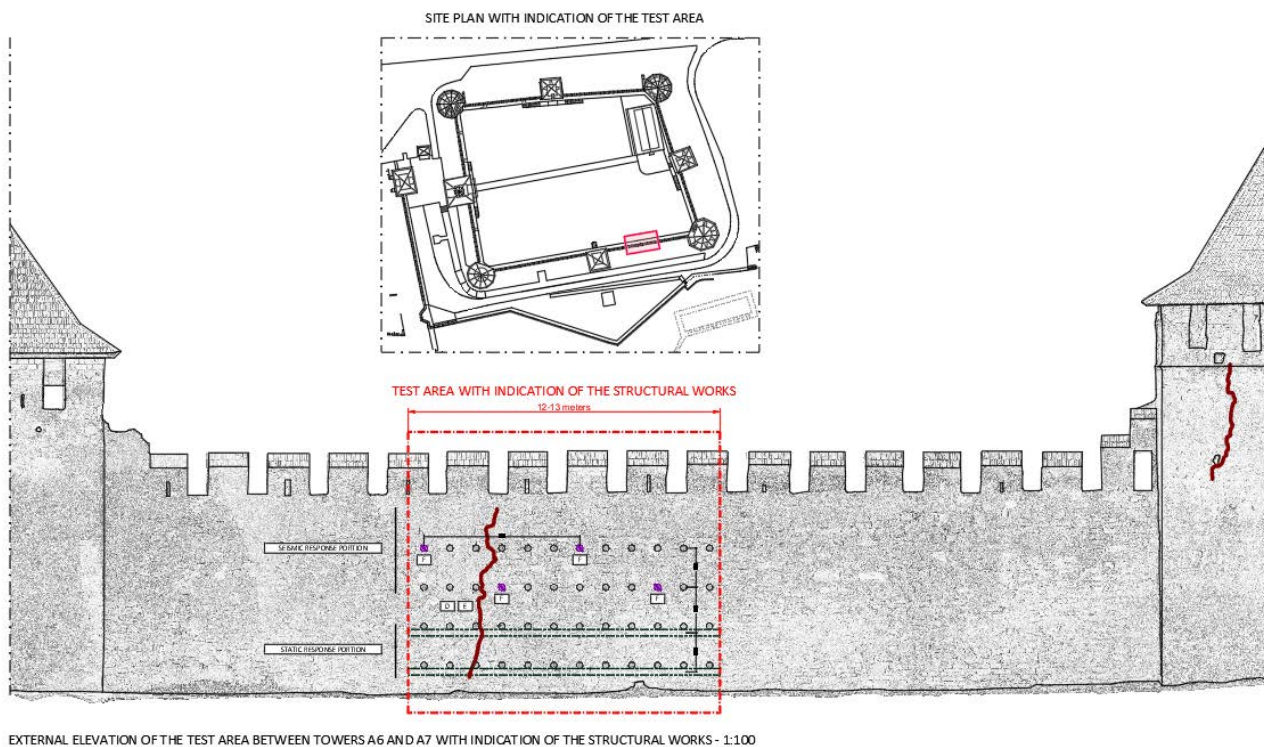


Предложения по структурному усилению кладки сделаны исходя из наличия векового исторического каркаса, состоящего из деревянных элементов, которые в настоящее время отсутствуют, а на их месте образовались продольные и поперечные пустоты.





Интерпретация механизма повреждения части цитадели, примыкающей к башне А6, вызванного, вероятно, просадкой грунта.



Высота стены между башнями А6 и А7 с предложением тестовых площадок, где можно было бы провести структурные вмешательства.

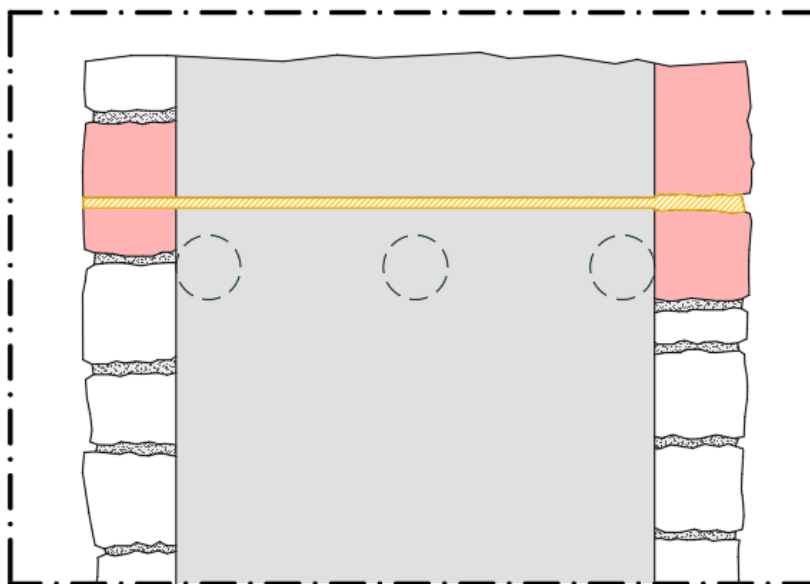
В следующем параграфе будут проиллюстрированы операционные последовательности для осуществления предлагаемых вмешательств.

### 7.2.1 Очередность производственных процессов

В данном параграфе изложена технологическая последовательность укрепления искусственным камнем верхней части кладки и инъектирования известкового раствора с армированным волокном в полость обнаруженных пустот в нижней части стены.

На следующих четырёх рисунках изображена технологическая последовательность установки армированного искусственного камня.

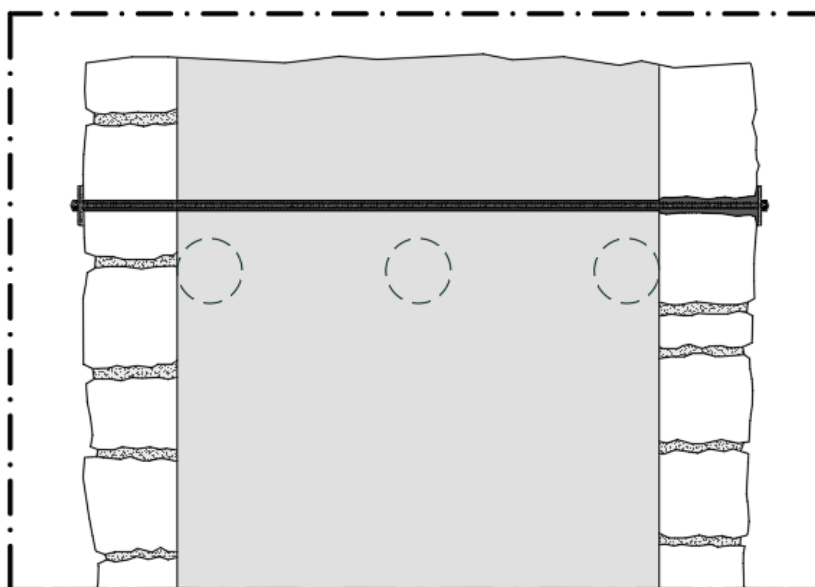
Существующая кладка с  
продольными и  
поперечными пустотами.



#### ПЕРВЫЙ ЭТАП:

перфорация стены на всю  
ее толщину с диаметром  
отверстий 4-5 см, с  
временным локальным  
удалением  
облицовочного камня в  
точке устройства  
монтажного отверстия.

**ВТОРОЙ ЭТАП:** установка стержня сквозного сечения из нержавеющей стали с инъектированием армированного волокном природного гидравлического известкового раствора (МЗ).



**ТРЕТИЙ ЭТАП:** установка фиксатора из нержавеющей стали для монтажа искусственного связующего камня, состоящего из круглой торцевой пластины  $\varnothing 150$  мм и пирамидальной крышки, размещенной в центре блоков.

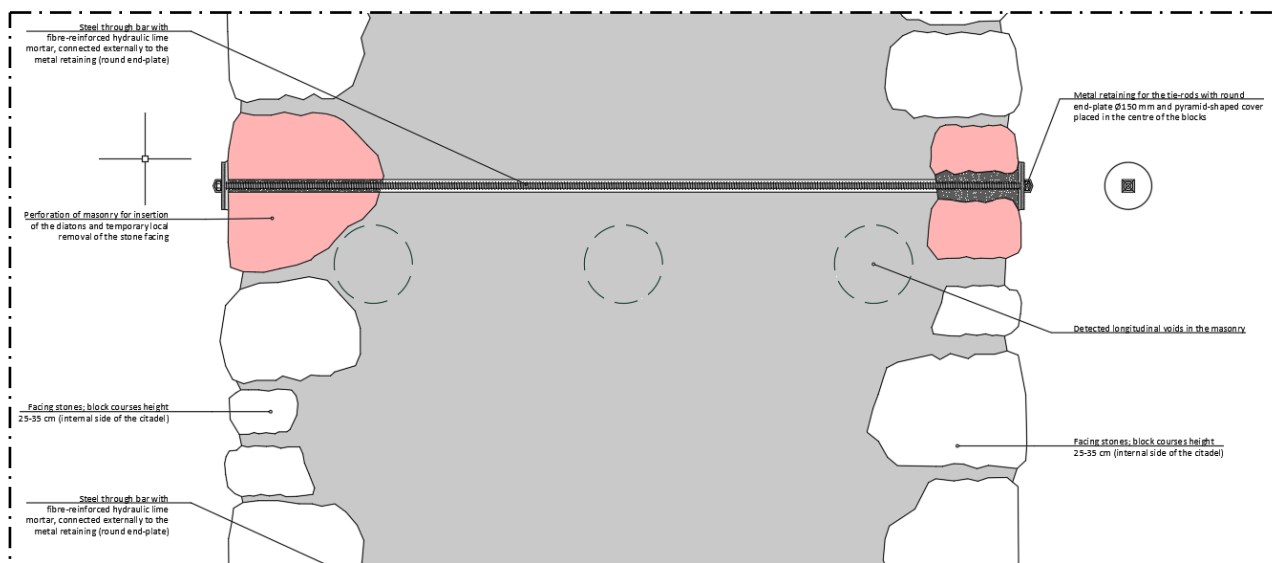
И наоборот, для инъектирования известкового раствора используется следующая технологическая последовательность:

- временное локальное удаление камня для инъектирования, в конце тестовой зоны;
- установка напорной трубки и подача армированного волокном раствора для заполнения им пустот до отказа;
- удаление напорной трубки и переустановка снятого камня с использованием известкового раствора;
- временное локальное удаление следующего камня на расстоянии 2,50 / 3,00 м от первого и закачка армированного волокном раствора для заполнения пустот в том же направлении, что и при первом инъектировании;
- удаление напорной трубки и переустановка снятого камня с использованием известкового раствора;

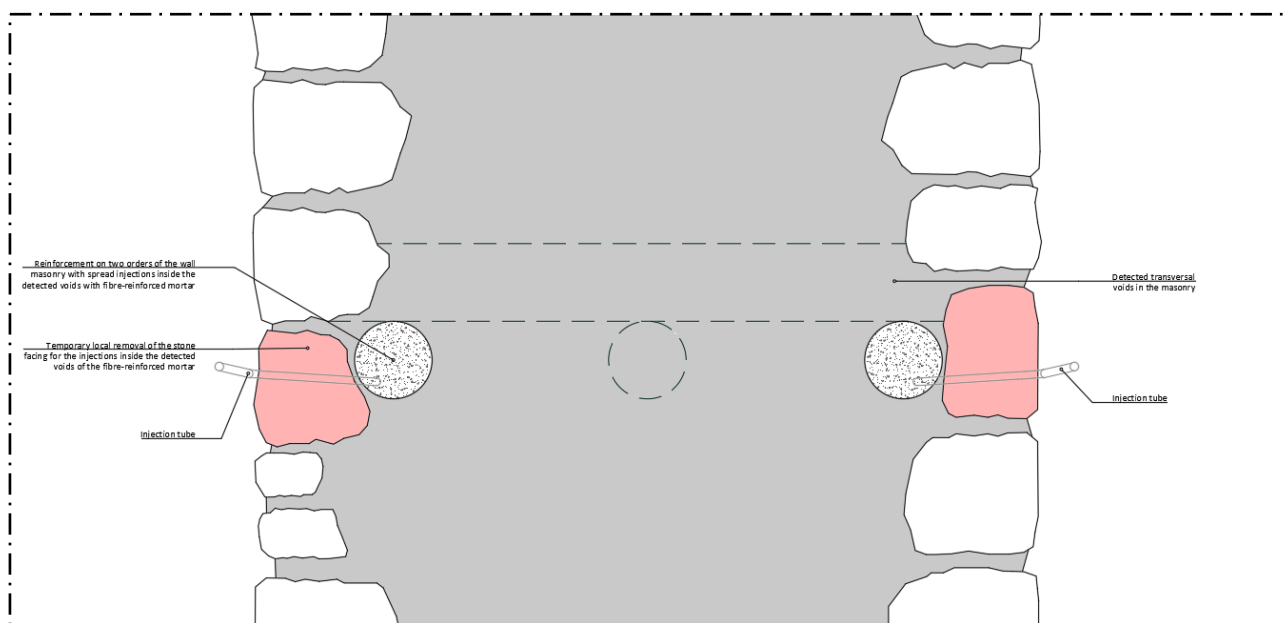
Эти же действия необходимо повторить на обоих уровнях пустот до тех пор, пока не будет охвачено все поле тестируемой зоны.



На следующих рисунках показаны детальные срезы искусственного связующего камня и инъектирование известкового раствора в соответствии с ранее описанной технологической последовательностью.



Детальный разрез искусственного диатомита с системой крепления в верхней части тестовой зоны



Детальный разрез инъектирования для заполнения продольных пустот в нижней части тестовой зоны

### 7.3 Укрепление башни А6

Полигональная башня В3 расположена в северо-восточном углу Цитадели и характеризуется тремя уровнями деревянной опалубки, уложенной на первичную стальную конструкцию. Предлагаемое вмешательство направлено на предотвращение любого возможного кинематического движения с опрокидыванием и сдвиговым разрушением участков периметра стенки вследствие сейсмических воздействий, как показано на следующем рисунке.



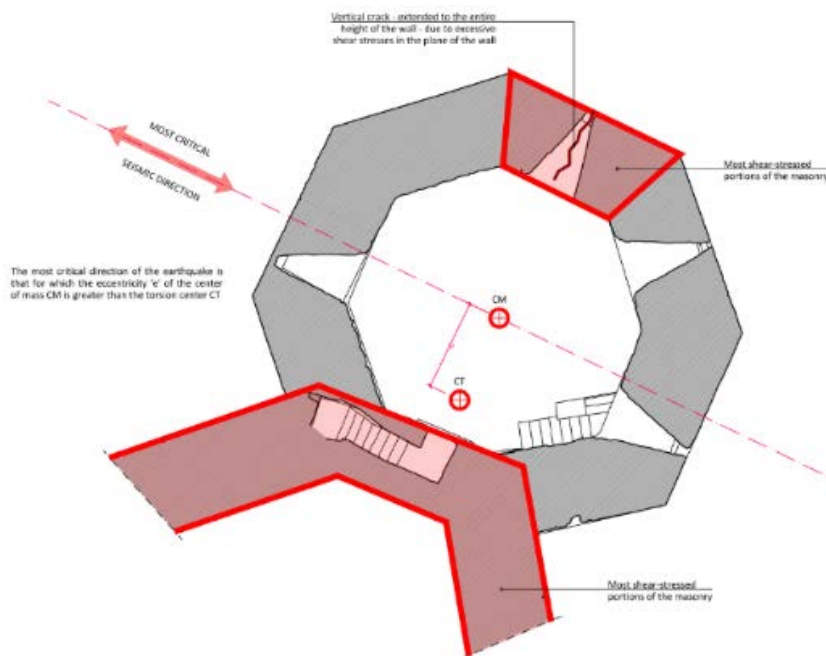
Армирующие вмешательства необходимы для статического укрепления башни после появления больших вертикальных трещин в центре некоторых стен башни, обусловленных воздействием типичных повреждений, на наклонные конструкции, такие как башни и колокольни.

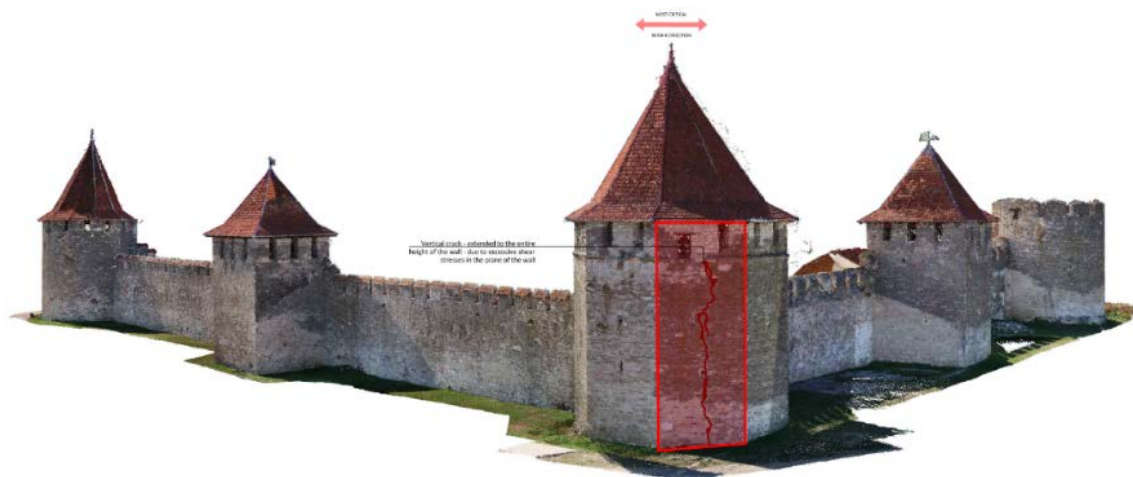
На следующей странице показан сейсмический анализ, проведенный для определения необходимых вмешательств.

На следующих рисунках показан анализ, который был проведен для определения необходимых вмешательств.

Анализ сейсмоустойчивости структуры показывает, что наибольшим критическим направлением землетрясения является то, при котором эксцентриситет 'e' центра тяжести CM по отношению к центру кручения CT является наивысшим

На следующих планах, проекциях и сечениях показаны мероприятия, которые были разработаны с целью улучшения сейсмических характеристик башни.





Вертикальная трещина, проходящая по всей высоте кладки, образовавшаяся в результате чрезмерного сдвигового напряжения в наиболее критическом направлении волны землетрясения

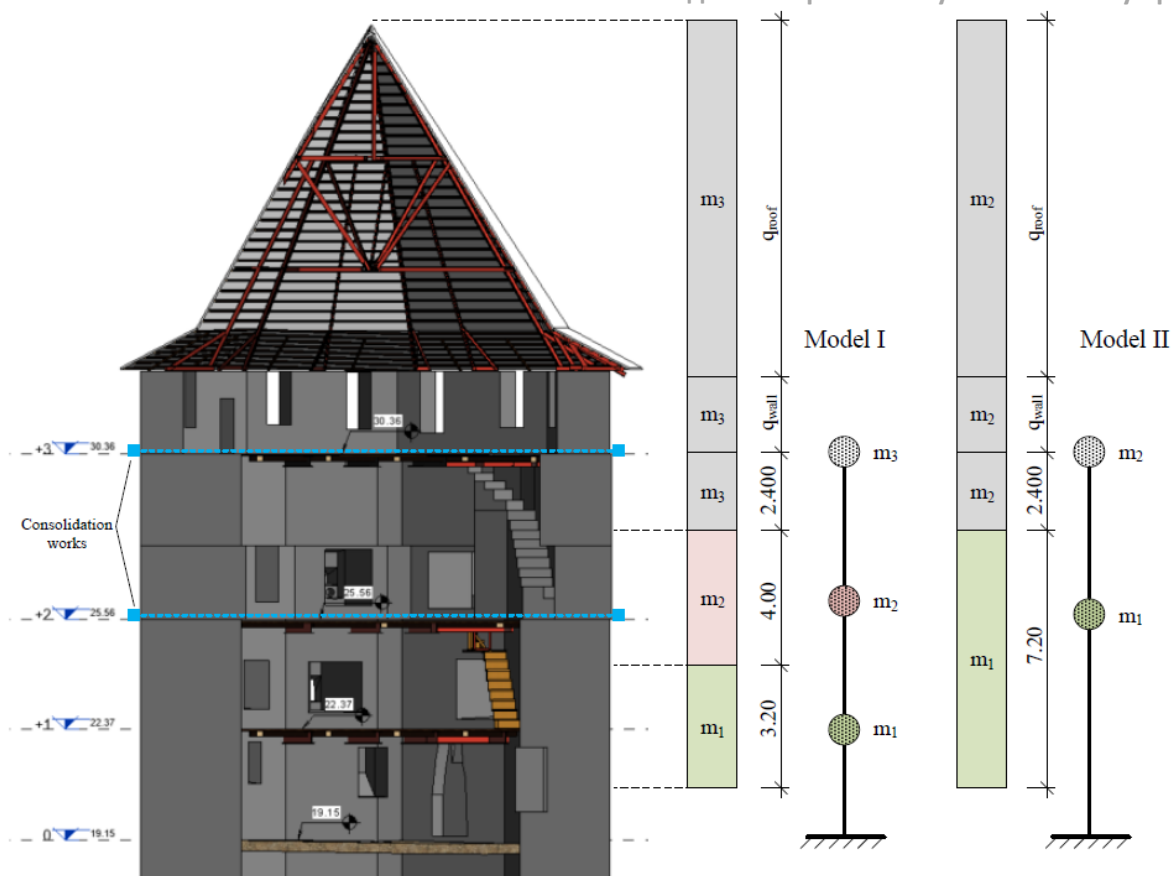
Сейсмическая нестабильность такого рода характерна для высотных зданий, таких как колокольни. В случае башни А6 вмешательство будет осуществляться на уровне последних двух ярусов, для надежного крепления и создания коробочного эффекта конструкции и предотвращения взаимного скольжения частей кладки в случае разрушающего воздействия при сдвиге. Однако со статической точки зрения, на башне не отмечено никаких признаков разрушения.

Предлагаемое вмешательство заключается в установке восьми металлических анкерных креплений по четыре на каждом уровне - уложенных на существующую деревянную опалубку и покрытую новой. Эти анкерные крепления представляют собой металлические пластины 40 x 10 мм на уровне контакта с полом и сквозного стержня круглого сечения из нержавеющей стали на уровне кладки; каждое крепление снабжено металлическим фиксатором на уровне непосредственного контакта со стеной. Все исполнительные указания по производству работ отражены в монтажных схемах.

### 7.3.1 Калибровка анкерных креплений

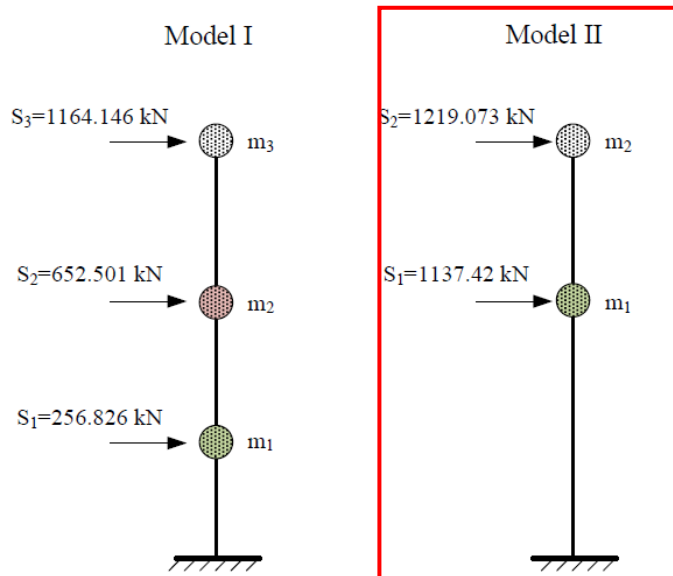
Для оценки максимального значения тягового эффекта, которому могут подвергаться анкерные крепления, следует руководствоваться и использовать в качестве ссылки анализ, выполненный инженером Cutia. Башня была смоделирована и исследована в виде консольной конструкции. Было проведено сравнение двух моделей с тремя или двумя степенями свободы, состоят из трех или двух масс, расположенных на разных высотах, как показано на следующем рисунке.





Анализ модели башни А6

Воздействие сейсмических сил, на каждую отдельно взятую массу, при исследовании как первой, так и второй моделей, показаны на следующей диаграмме. Полученные результаты позволяют заключить, что сейсмическая сила в расчетной модели I при массе  $m_1$  значительно ниже сейсмической силы в двух других точках. Это говорит о том, что этим пунктом можно было бы пренебречь в пользу проектной модели II.



Расчет сейсмических сил для башни А6

Армирующая система будет, предположительно, располагаться на высоте двух масс, как следует из чертежей расчета строительных конструкций. Сечение анкерных креплений будет проверяться на наиболее напряженной части башни, то есть на участке с массой  $m_2$ , расположенном на самом высоком уровне.

Как указано в отчете инженера Cutia, сейсмическая сила  $S_2$ , которой подвергается масса  $m_2$ , составляет 1,219 073 кН. Учитывая, что в случае сейсмического воздействия, доля массы прочности каждого анкерного крепления соответствует примерно восьмой части общей массы  $m_2$ , а сила тяги  $P$ , которой подвергалась бы единичное анкерное крепление, составляет:

$$P = S_2 / 8 = 1219,073 \text{ кН} / 8 = 152,38 \text{ кН}$$

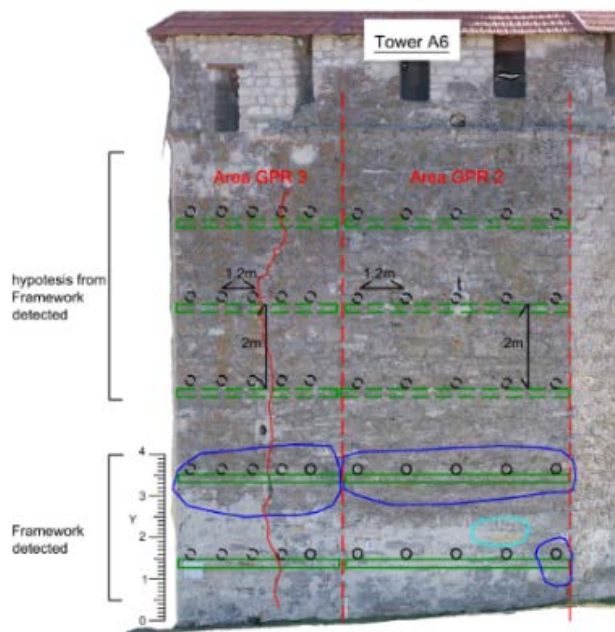
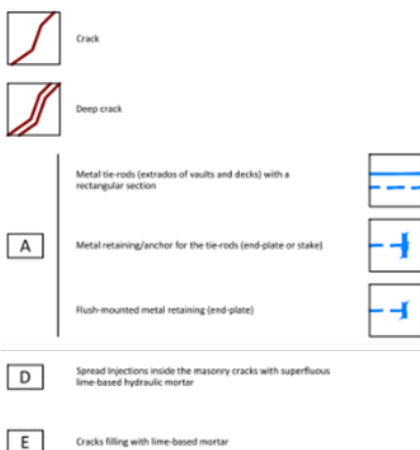
Минимальная требуемая площадь для каждой пряди составляет:

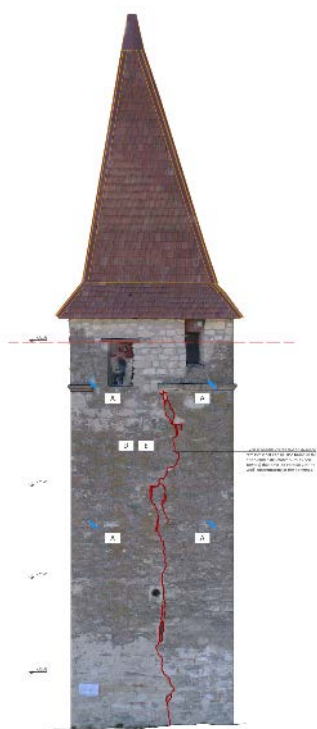
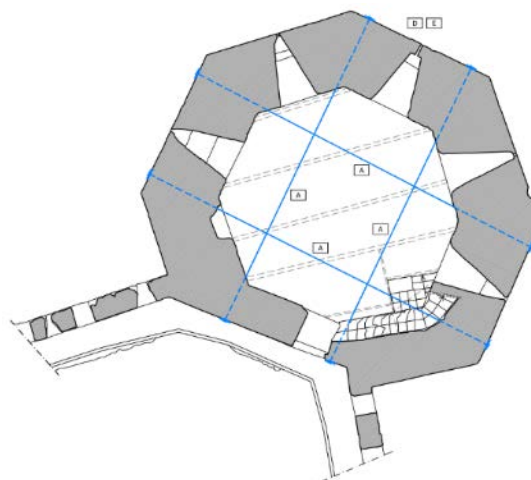
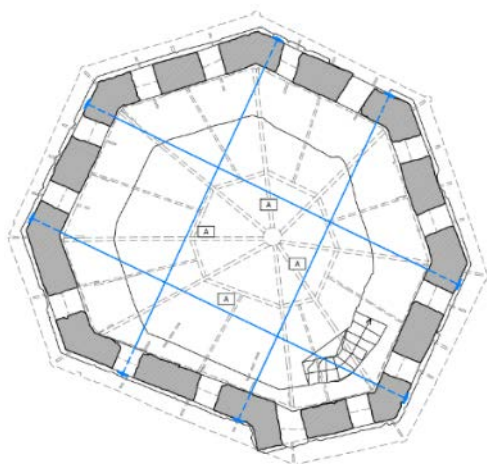
$$A_{\min} = P / (2 \cdot \gamma_c \cdot R_y) = 152,38 \text{ кН} / (2 \cdot 1 \cdot 240 \text{ Н/мм}^2) = 317,47 \text{ мм}^2$$

где  $R_y = 240 \text{ МПа} = 240 \text{ Н/мм}^2$  - предел текучести для стали класса C245 по ГОСТ 27772-88, как указано в отчете инженера Cutia. Номинальная площадь каждой металлической пластины составляет  $400 \text{ мм}^2$  (прямоугольное сечение  $40 \times 10 \text{ мм}$ ), поэтому принятое сечение проверяется на сопротивляемость сейсмическими силами. Каждая пластина будет приварена к сквозному стержню из нержавеющей стали  $\varnothing 20 \text{ мм}$  (с площадью сечения  $317 \text{ мм}^2$ ) двумя сварными швами длиной 120 см.

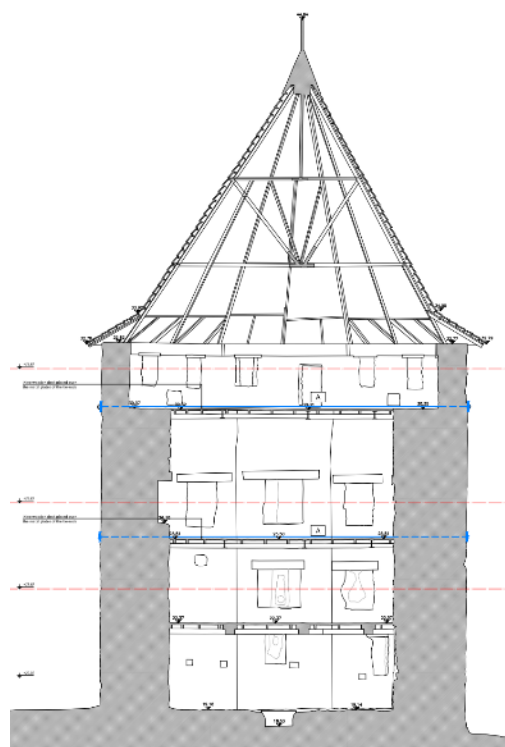
На следующих изображениях кратко изложены реставрационные мероприятия, запланированные для башни.

#### KEY LEGEND FOR PROPOSED STRUCTURAL INTERVENTIONS





Проекция северо-восточной части фасада башни с указанием общестроительных работ



Вертикальная проекция башни с указанием необходимых общестроительных работ



#### 7.4 Усиление водонапорной башни

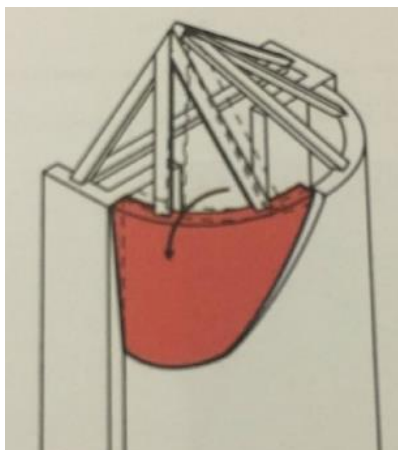
На водонапорной башне обнаружена серьезная трещина, которая тянется через всю толщину внутреннего свода павильона; эта трещина распространяется также на стены ниже и, в частности, охватывают две ортогональные стены ближе к восточному фасаду.

Было высказано предположение, что такие нарушения являются следствием комбинированного действия, вызванного усиленным натяжением свода на его нижнем уровне и разрушением фундамента из-за просадки и сползания части грунта.

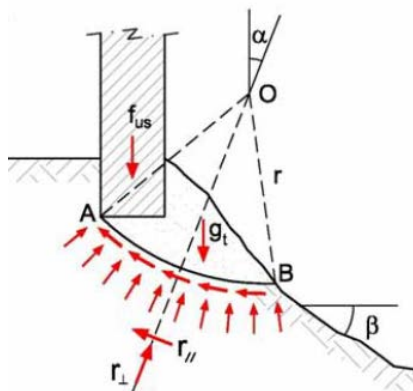
Запланированные мероприятия, предусматривают использование четырех анкерных креплений, установленных в основании свода, чтобы ограничить сдвигание стены верха, и цокольной части, что ограничит дальнейшее проседание стены.

При определении масштаба структурных вмешательств была сделана ссылка на структурный анализ, проведенный инженером Cutia, который прилагается к настоящему отчету и может быть принят в качестве эталона для расчета нагрузки и других специальных расчетов.

Оценка этих вмешательств и их масштабов была основана на изучении давления свода, а также в условиях сейсмического воздействия и на анализе несущей способности грунта, которая могла быть одной из причин происходящего обвала.



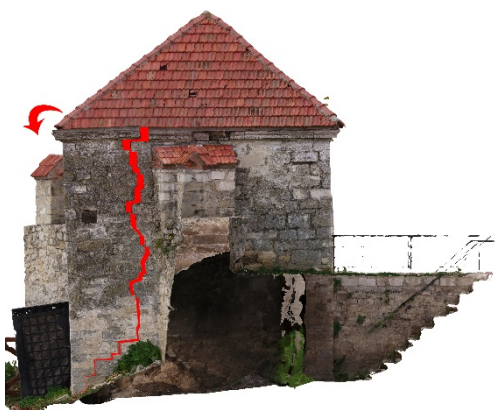
+



Трещины в кладке свидетельствуют об активизации кинематических механизмов за счет давления сводов в сочетании с просадкой грунта.

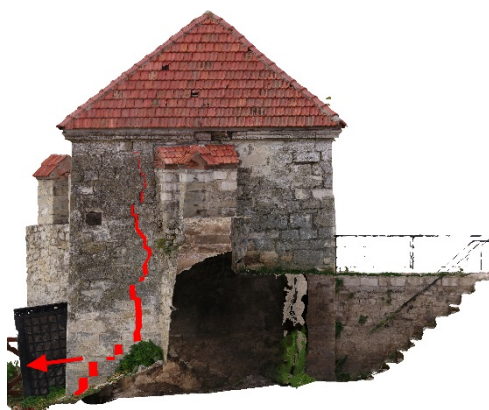


1)



Внеплоскостное вращательное движение фасада за счет давления свода павильона

+

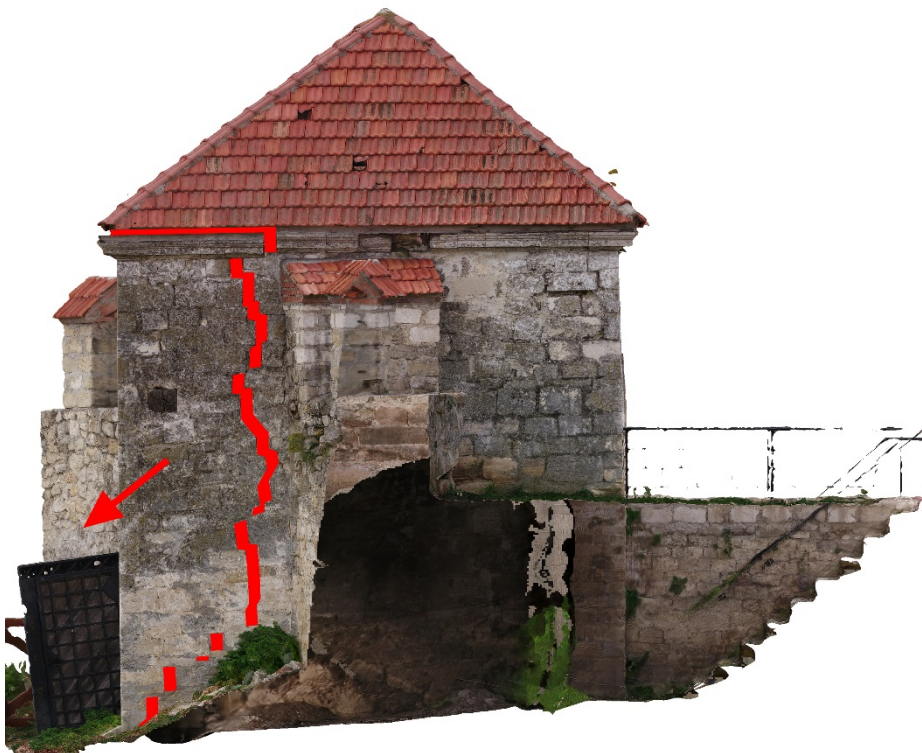


2)

Вращением основания стены из-за просадки грунта



3)



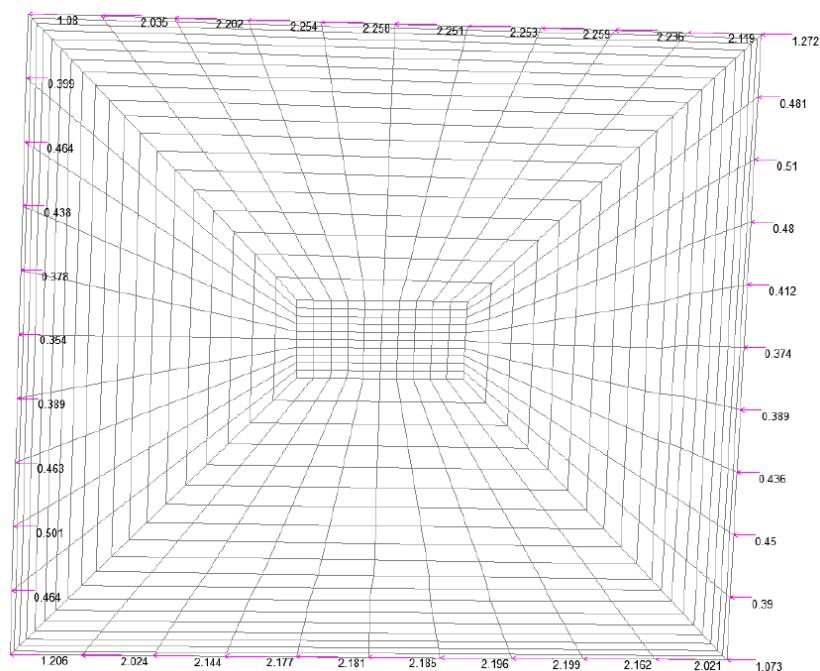
Трещины в кладке могут быть связаны с сочетанием двух основных проблем, связанных с потерей несущей способности конструкций: вращением фасада из-за давления свода (1) и просадкой грунта (2). В результате происходит сдвиг стены в направлении естественного уклона грунта (3).

## 7.4.1 Расчет статического давления свода павильона

Для оценки статического давления свода павильона была разработана модель расчета. В следующей таблице показана система внешних нагрузок, действующих на свод, согласно анализу, выполненному инженером Cutia.

Description	Unit	Normative value	Safety coefficient $\gamma_f$	Design value	Note
<b>PERMANENT LOAD</b>					
Timber purlins ( $b \times h = 50 \times 120 \text{ cm}$ )	$kN/m$	0.03	1.3	0.038	NCMF.03.02-2005
Roofs tile	$kN/m^2$	0.5	1.3	0.637	СНиП 2.01.07-85, tab. 2
<b>VARIABLE LOAD</b>					
Snow Load	$kN/m^2$	0.5	1.4	0.5	СНиП 2.01.07-85

Проведенный анализ показал, что горизонтальная составляющая давления свода имеет максимальное значение 2,259 кН на каждые полметра кладки. Приложенная к самой длинной стороне свода (около 5,00 м) общая нагрузка на стену составляет 22,60 кН.



Горизонтальные воздействия на периметральные стены свода

Поскольку свод содержит трещины и, как следствие, больше не может должным образом передавать свой вес по всему периметру стены, то были запланированы некоторые структурные вмешательства, чтобы предотвратить возможные проявления нарушения устойчивости структуры в статических условиях. Те же самые вмешательства могли бы достичь такого же положительного эффекта в условиях сейсмического воздействия. Таким образом, расчеты будут выполнены таким образом, чтобы предусмотреть и такое развитие событий.

Для сдерживания действия внеплоскостного нарушения устойчивости в результате давления свода и сейсмических нагрузок, было предложено использовать попарные стяжные болты. Для достижения желаемого результата был произведен подбор их размера.

В следующем пункте приводится описание методики поверки и калибровки стяжных болтов.



#### 7.4.2 Калибровка и поверка стяжных болтов

Попарные стяжные болты были сконструированы таким образом, чтобы одновременно сдерживать давление свода и подавлять любую кинематику сейсмической природы, которая могла бы привести к потере эффекта коробки (опрокидыванию с плоскости участков стены). По этой причине были выбраны металлические профили стяжных болтов, для придания достаточной прочности для поглощения этих типов напряжения.

Исходя из того, что максимальное значение давления свода составляет 22,60 кН, полагаем, что усилие, которому должна подвергаться каждая пара стяжных болтов, будет равно:

$$T = P / 2 = 22,60 \text{ кН} / 2 = 11,30 \text{ кН}$$

Учитывая, что стяжные болты также должны поглощать энергию сейсмические колебаний, то максимально допустимое значение для каждого из них было выдержано на уровне, достаточном для выполнения также и этой функции. Величина, рассчитанная с учетом предположения об использовании стальных профилей (24,8 кН), приведена в следующей таблице.

DETERMINAZIONE DEL TIRO DELLA CATENA		
CARETTERISTICHE GEOMETRICHE	Area della sezione trasversale del tirante $A_S$ [mm <sup>2</sup> ]	201,1
	Altezza della piastra di ancoraggio del tirante $a$ [cm]	25,0
	Larghezza della piastra di ancoraggio del tirante $b$ [cm]	25,0
	Spessore della parete su cui è ancorato il tirante $t$ [cm]	100,0
	Angolo di attrito della muratura $\beta$ [°]	45,0
	Area della zona di contatto della muratura con la piastra di ancoraggio del tirante $A_1$ [cm <sup>2</sup> ]	625,0
	Distanza del bordo della piastra dal più prossimo lato libero della parete su cui è ancorata [m]	0,9
	Area di ripartizione delle azioni di compressione $A_2$ [cm <sup>2</sup> ]	718,2
	$\sqrt{(A_2/A_1)} \leq 2$	1,1
	Percentuale del contributo del taglio sulle facce laterali per il calcolo di $T_2$ [%]	100,0%
PARAMETRI MECCANICI	Fattore di confidenza $F_c$	1,35
	Coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura $\gamma_M$	3,00
	Resistenza di calcolo dei tiranti $f_{d,S}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	190,00
	Resistenza media a compressione della muratura $f_m$ [N/cm <sup>2</sup> ]	150,00
	Resistenza media a taglio della muratura $\tau_0$ [N/cm <sup>2</sup> ]	2,50
	Tensione di calcolo a compresione della muratura $f_{d,M}$ [N/cm <sup>2</sup> ]	37,04
	Resistenza di calcolo a taglio della muratura $f_{v,d,M}$ [N/cm <sup>2</sup> ]	0,62
TIRO DELLA CATENA	Resistenza dei tiranti allo sneravamento $T_1$ [kN]	38,2
	Resistenza al punzonamento della muratura nelle zone di ancoraggio $T_2$ [kN]	30,9
	Resistenza alla pressione di contatto sulla muratura $T_3$ [kN]	24,8
	Massimo tiro esplicabile dalla catena $T$ [kN]	24,8

Попарные стяжные болты (попарные стяжных болта будут вставлены в перпендикулярном направлении) будут изготовлены из стали марки S275 ( $f_{d,s} = 190 \text{ Н/мм}^2$ ) с прямоугольным сечением 40x10 мм ( $A_S = 400 \text{ мм}^2$ ) или круглым сечением, состоящим из упорного бруска  $\phi 16$  ( $A_S = 201,10 \text{ мм}^2$ ), расположенного в соответствии с проектными чертежами.

Они будут прикреплены к стенам круглыми торцевыми пластинами диаметром 25 см, изготовленными из стали марки S275 и защищены круглой крышкой из кортеновской/вороненной стали.

При максимальной тяге  $T = 24,80 \text{ кН}$ , максимальный изгибающий момент, которому подвергается круглая торцевая пластина (заданный распределенной нагрузкой, создаваемой на границе

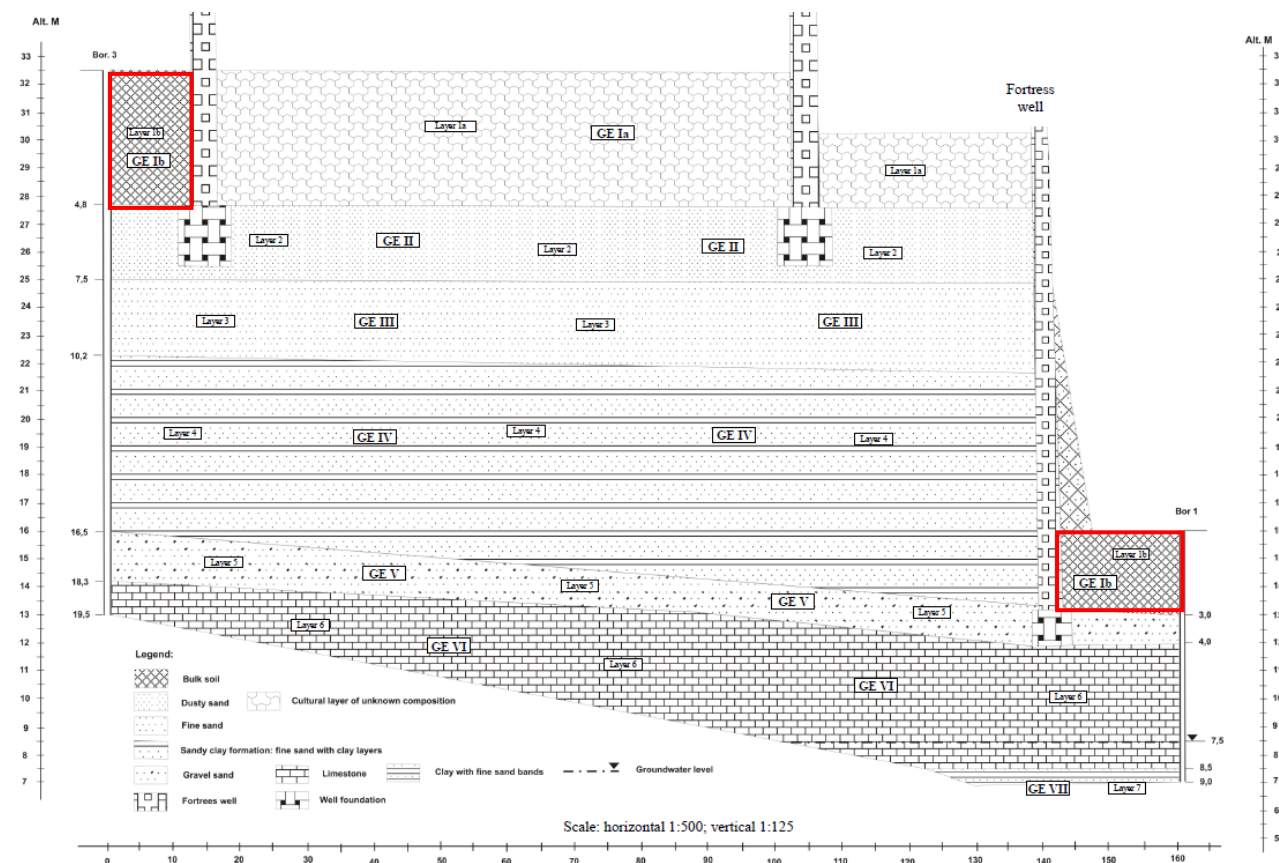
раздела с кладкой, равной  $T / A_p$ , где  $A_p$  - площадь пластины), равен  $M_{MAX} = 0,99$  кН. Учитывая, что сечение пластины 250x20 мм, получим следующее значение напряжения:  $\sigma_{s, d} = M_{MAX} / W = M_{MAX} / [(b \cdot h^2) / 6] = 0,99 \text{ кНм} / [0,25 \text{ м} \cdot (0,02 \text{ м}^2)/6] = 59,22 \text{ Н/мм}^2 < f_{d,s} = 190 \text{ Н} / \text{мм}^2$ . По этой причине предложенное решение необходимо протестировать.

### 7.4.3 Определение размеров нового основания фундамента

На основании проведенного анализа уязвимости и геологического отчета, составленного геологом доктором наук Игорем Никорой, удалось определить, насколько несущая способность грунта оказывает негативное влияние на продолжающееся разрушение конструкции водонапорной башни.

На следующем рисунке показан участок грунта между двумя скважинами, выполненными для геологических изысканий в верхней Цитадели. Можно заметить, что поверхностный слой грунта вне стен - классифицированный как *слой Ib*- образован "техногенным грунтом насыпного грунтового суглинка, смешанного со строительными отходами" толщиной от 3,00 до 4,80 м.

V



Этот грунт вполне можно сравнить с тем, который находится за пределами водонапорной башни, потому что это тип грунта, относится к повторяющемуся типу, обнаруженному на внешней стороне многих стен крепости и распространяющийся почти повсеместно на первые метры глубины. Из-за своей крайне рыхлой природы этому грунту было приписано значение несущей способности 100 кПа, как показано в следующей таблице.



## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

Table of normative and calculated values of soil characteristics of Geotechnical Elements (layers) in natural conditions.

Geotechnical Element (layer)	Soil classification	Normative value									Calculated values						Soil resistance value, Ro, kPa	Uniaxial compression strength, kPa
											on deformation			on bearing capacity				
		Soil density, g/cm3	Dry soil density, g/cm3	Humidity	Plasticity Index	Fluidity Index	Porosity coefficient	Soil deformation modulus, MPa	Cohesion, kPa	Effective angle of friction, grade	Soil density, g/cm3	Cohesion, kPa	Effective angle of friction, grade	Soil density, g/cm3	Cohesion, kPa	Effective angle of friction, grade		
Ia	Bulk soil (layer 1a)															150 - 450*		
Ib	Bulk soil (layer 1b)	1,60	1,45	0,10			0,850	12	2	24	1,59	2	23	1,58	1	22	100**	
II	Dusty sand (layer 2)	1,75	1,64	0,07			0,623	18	5	30	1,79	4	29	1,72	3	28	200	
III	Fine sand (layer 3)	1,80	1,70	0,06			0,578	28	4	32	1,79	3	31	1,78	2	30	250	
IV	Sandy clay formation (layer 4)	1,90	1,65	0,15	0,13	< 0	0,624	22	31	24	1,89	30	23	1,88	29	22	250	
V	Gravel sand (layer 5)	1,95	1,81	0,08			0,480	45	2	40	1,94	2	39	1,93	1	38	500	
VI	Limestone (layer 6)	2,25															600***	450***
VII	Clay (layer 7)	2,00	1,64	0,22	0,22	0,00	0,665	24	60	20	1,99	58	19	1,98	56	18	450	

Note: Normative and calculated values of GE (soil layers) are presented by the laboratory test results, regional geological studies from the past and by tables 1, 2, 3 from annex 1 of SNIP 2.02.01-83 to take into consideration point 2.16 of the SNIP

\* value from table 1 annex 3 of SNIP 2.02.01-83 \*\*

value from table 5 annex 3 of SNIP 2.02.01-83 \*\*\* regional tables for pontian limestone in water saturated conditions

Учитывая нагрузки, передаваемые на грунт собственным весом кладки, свода и кровли, получается следующее распределение нагрузки на фасадную стену (толщиной 1 м и длиной 2,70 м) .:

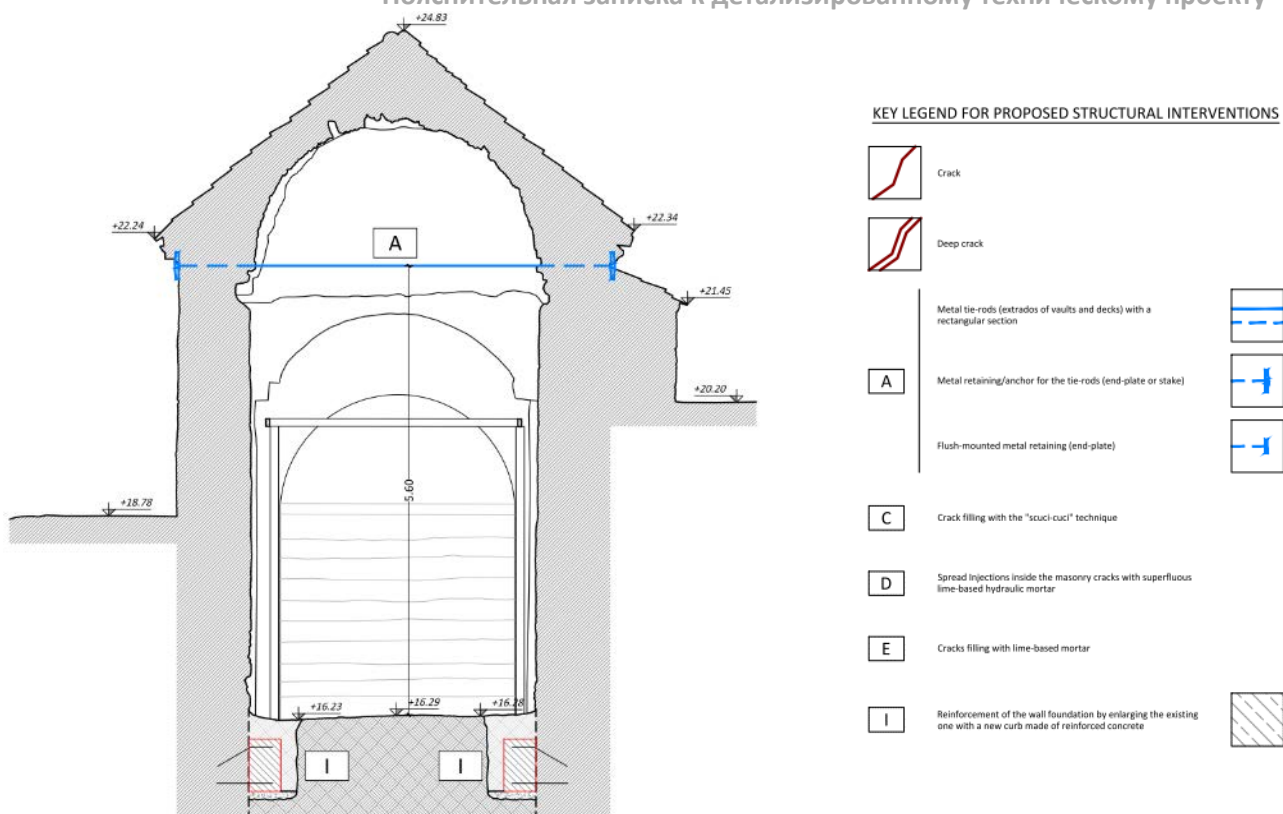
$$F_{\text{tot.}} = [(P_{\text{MASONRY}} + P_{\text{VAULT}} + P_{\text{ROOF}}) / (1 \text{ m} \cdot 2,80 \text{ m})] = [420 \text{ kN} / (1 \text{ m} \cdot 2,80 \text{ m})] \simeq 150 \text{ kN}$$

Полученное значение превышает 100 кПа, поэтому для получения большего отпечатка фундамента на грунте потребуются вмешательства с элементами армирования, чтобы снизить передаваемые на него воздействия. Минимальная ширина одинарной полосы фундамента для получения максимального усилия 100 кПа дает:

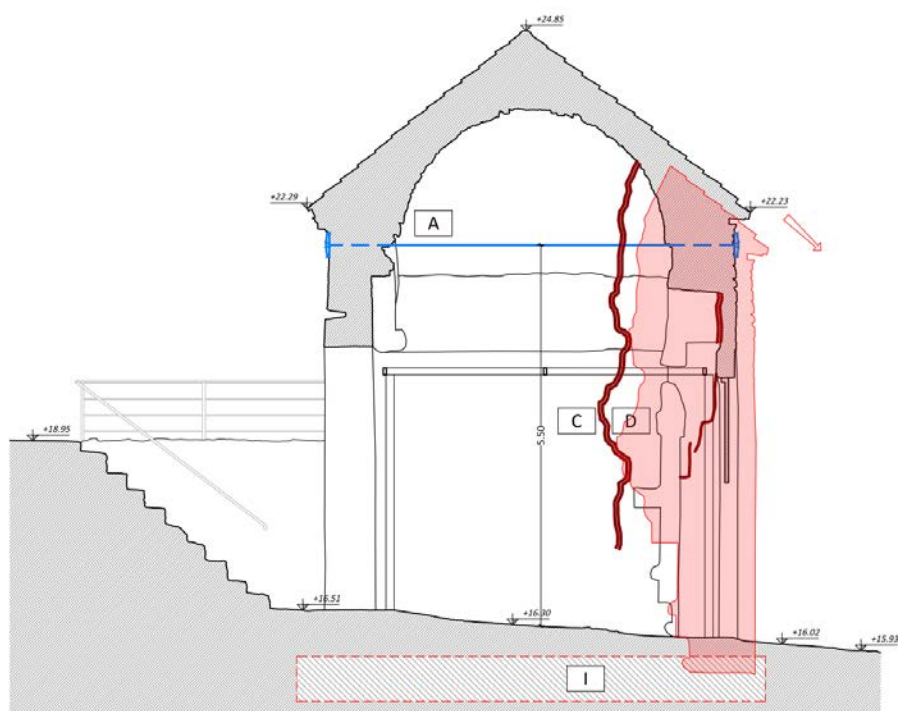
$$s_{\text{min.}} = [(P_{\text{MASONRY}} + P_{\text{VAULT}} + P_{\text{ROOF}}) / (100 \text{ kPa} \cdot 2,80 \text{ m})] = [420 \text{ kN} / (1 \text{ m} \cdot 2,80 \text{ m})] \simeq 1,50 \text{ m}$$

По этой причине, предлагается расширение фундамента методом заливки железобетонного бордюра, выполненного в соответствии с требованиями проектных чертежей. Минимальная секция будет иметь ширину 50 см и высоту 65 см, соединенную с существующей кладкой при помощи стержней из нержавеющей стали, способных передавать напряжения сдвига между бетоном и кладкой. Что касается арматурной стали для крепления бетонного основания, будет использовано 3+2+3 Ø16 продольных бруса и арматурные хомуты Ø8 с установкой через каждые 25 см; крепежные детали между бетоном и существующей кладкой также будут иметь шаг 25 см.

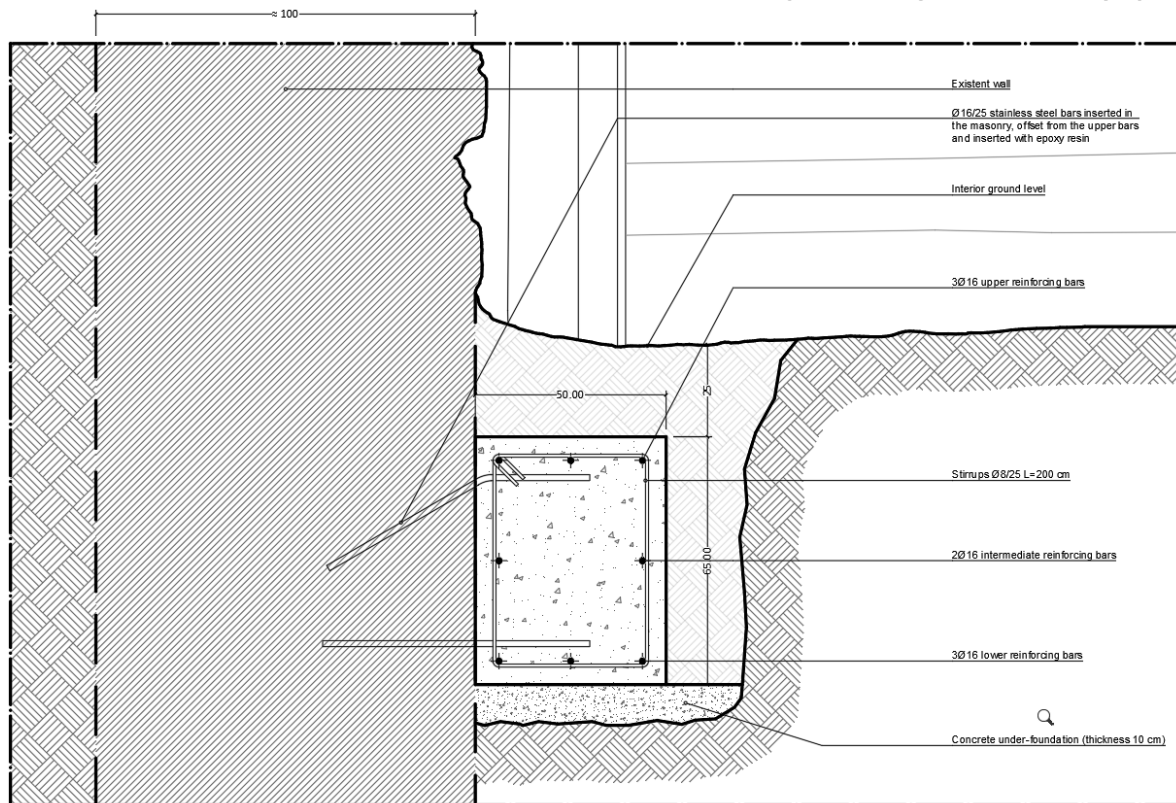
На следующих изображениях кратко изложены мероприятия, запланированные для башни, в отношении укрепления фундамента и сводов. На втором изображении показана схема таких повреждений, которых мы постараемся не допустить в процессе вмешательства; следующие детали конструкции показывают размеры планируемых дополнительных фундаментов и требования к бетоноармирующей стали.



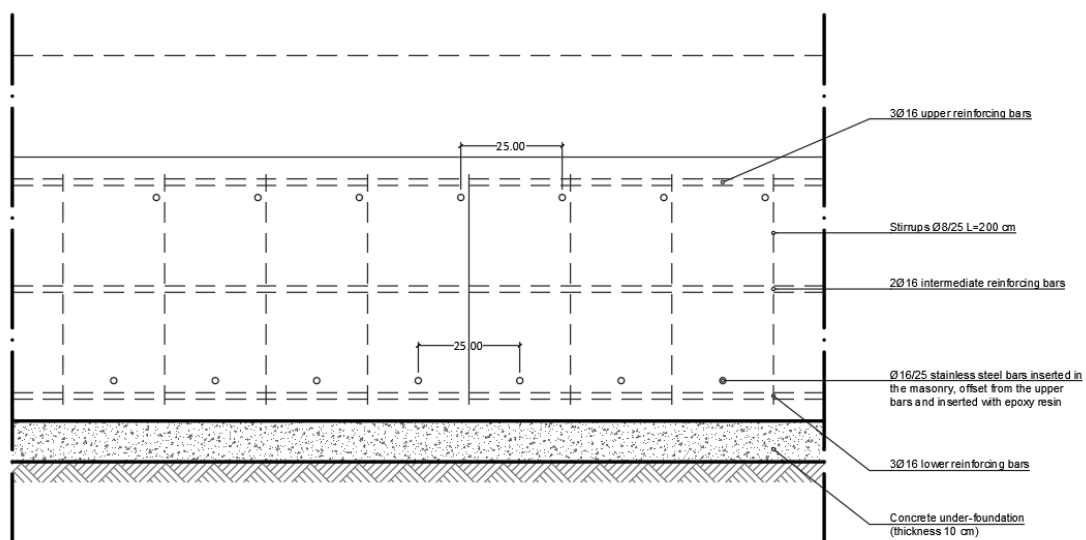
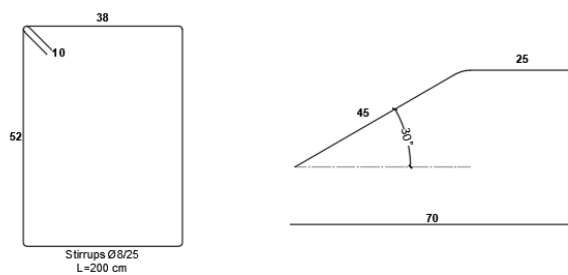
1-1 Вертикальный разрез водонапорной башни с указанием общестроительных работ



2-2 Вертикальный разрез водонапорной башни с указанием общестроительных работ

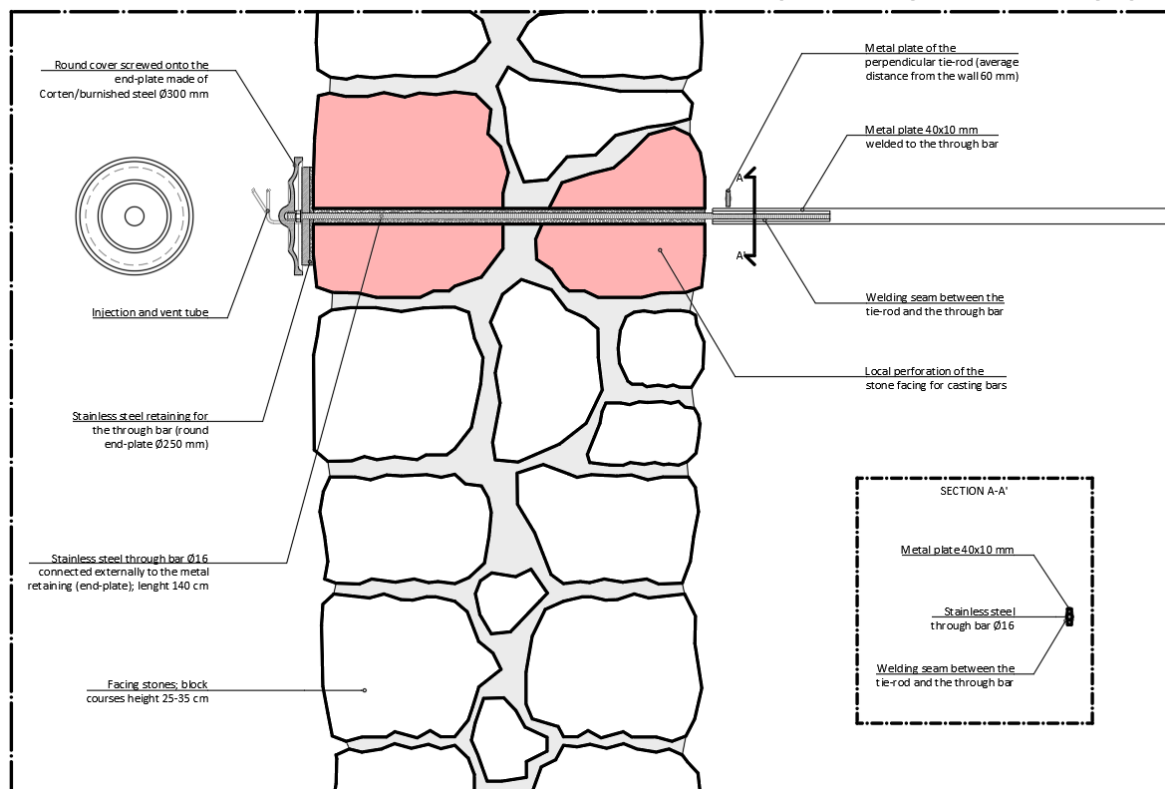


Новый бордюр выполненный из железобетона



Вид боковой проекции бордюра





Новый металлический стяжной болт и круглая пластина с крышкой

### 7.5 Усиление башни В3

Овальная башня В3 расположена в северо-восточном углу нижней крепости и характеризуется полным отсутствием опалубки. Предлагаемое вмешательство направлено на предотвращение любого возможного кинематического движения с опрокидыванием и сдвиговым разрушением участков периметра стенки вследствие сейсмических воздействий, как показано на следующем рисунке.



Типичное кинематическое сдвижение участка кладки в случае овальных зданий подобных башне В3

Этот вид сейсмической нестабильности характерен для зданий с круговой геометрией, таких как башни или церковные апсиды (полукруглые выступы). В случае башни В3 вмешательство будет превентивным, поскольку в настоящее время каменная кладка не имеет признаков повреждения, но отсутствие опалубки и, следовательно, эффект коробки можно рассматривать как факторы уязвимости. Однако со статической точки зрения, на башне не отмечено никаких признаков разрушения.

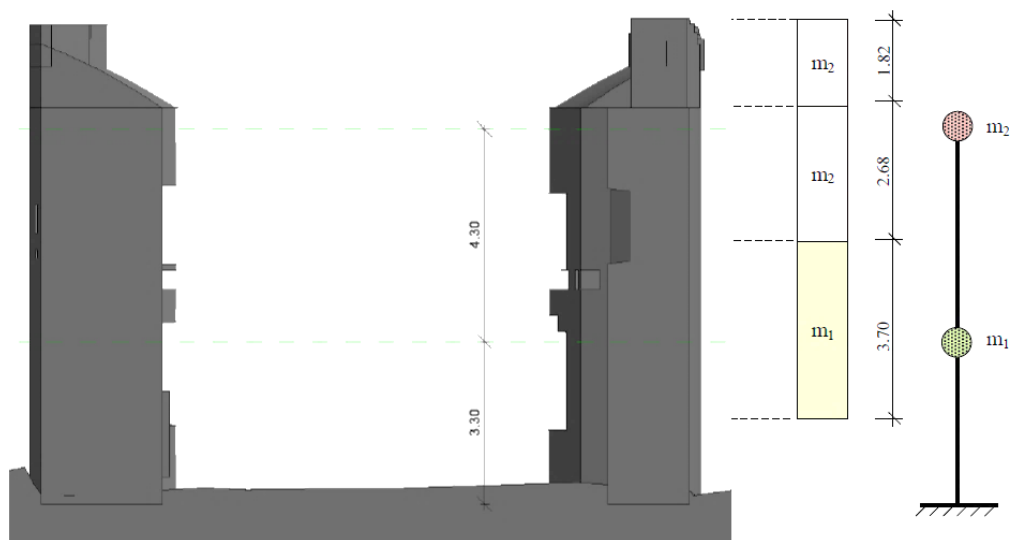
Предлагаемое вмешательство состоит из внешней затирки швов с помощью прядей из нержавеющей стали  $\varnothing 6$  мм, вставленных - после частичной заточки - внутрь восьми растворных швов в двух основных частях (верхняя и промежуточная части, примерно 3,00 м и 7,00 м над уровнем внешнего грунта) с кольцевыми шпонками для удержания прядей на месте. Для каждого соединения предусмотрено по шесть стальных прядей - в общей сложности 24 элемента. Потребуется последующее восстановление швов с помощью заполнителей на базе строительного раствора. Взаимное расстояние между одним рядом прядей и следующим будет соответствовать высоте каменных блоков, в среднем 25 см. Нити будут располагаться таким образом, чтобы осуществить их подгонку к нерегулярному размещению стыков. Поэтому они не должны быть предварительно напряжены и, как следствие, будут действовать в качестве пассивной системы усиления.

Система крепления с помощью прядей будет состоять из прутков из нержавеющей стали, закрепленных к кладке на глубине 1,50 м раствором на основе природной гидравлической извести. Каждый из элементов стяжки будут соединен с двумя рядами прядей (соответствующих двум растворным швам).

Все исполнительные указания по производству работ отражены в монтажных схемах.

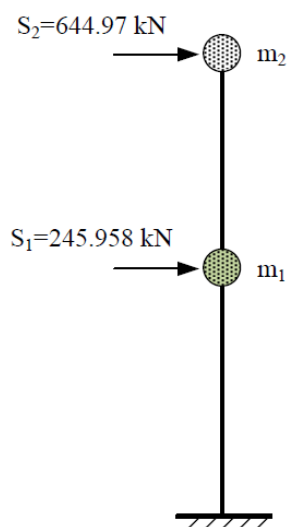
### 7.5.1 Калибровка прядей

Для оценки максимального значения эффекта натяжения, которому могут подвергаться стяжные болты, следует руководствоваться и использовать в качестве полезной ссылки, анализ выполненный инженером Cutia. Башня была смоделирована и исследована как консольная, с двумя массами ( $m_1$  и  $m_2$ ), расположенными на разных высотах, как показано на следующем рисунке.



Исследованная модель башни B3

Воздействие сейсмических сил, на каждую отдельно взятую массу, при исследовании как первой, так и второй моделей, показаны на следующей диаграмме.



Расчет сейсмических сил для башни B3



Армирующая система будет, предположительно, располагаться на высоте двух масс, как следует из чертежей расчета строительных конструкций. Количество и размер прядей будет проверяться на наиболее разрушенной части башни, то есть на участке с массой  $m_2$ , расположенном на самом верхнем уровне.

Как сообщается в отчете подготовленном инженером Cutia, сейсмическая сила  $S_2$ , которой подвергается масса  $m_2$ , составляет 644,97 кН. Учитывая, что в случае сейсмического воздействия отделившаяся часть соответствовала бы примерно половине массы  $m_2$  (как видно на первом рисунке этого параграфа), при этом активировались бы обе стороны внешнего хомута (диаметрально противоположные), а общее число требуемых прядей составило бы 48 (по шесть прядей для каждого из четырех соединений на двух сторонах башни). При этом, тяговое действие  $P$ , которому подвергались бы одиночные пряди, было бы равно:

$$P = 0,5 \cdot S_2 / (4 \cdot 6 \cdot 2) = 6,72 \text{ кН} = 6720 \text{ Н}$$

Минимальная требуемая площадь для каждой пряди составляет:

$$A_{\min} = P / (\gamma_c \cdot R_y) = 6720 \text{ Н} / (1 \cdot 240 \text{ Н/мм}^2) = 28 \text{ мм}^2$$

где  $R_y = 240 \text{ МПа} = 240 \text{ Н/мм}^2$  - предел текучести для стали класса C245 по ГОСТ 27772-88, как указано в отчете инженера Cutia. Номинальная площадь каждой пряди  $\varnothing 6 \text{ мм}$  составляет 28,27 мм<sup>2</sup>, поэтому размер и количество предполагаемых прядей проверяются на сдерживание сейсмического воздействия.

Анкерная система состоит из стержней, изготовленных из нержавеющей стали М16 с рым-болтом, крепежной муфтой и зажимами для фиксации пряди, длиной 150 см, закрепленной на кладке раствором на основе природной гидравлической извести. Учитывая, что каждый анкерный удерживающий стержень соединен с 6+6 прядями, то тяговое действие, которому подвергается каждый стержень, равно:

$$T = 12 \cdot P = 12 \cdot 6720 \text{ Н} = 80,64 \text{ кН}$$

Вместо этого возникает эффект вытягивания, который вызывает разрушение соединения:

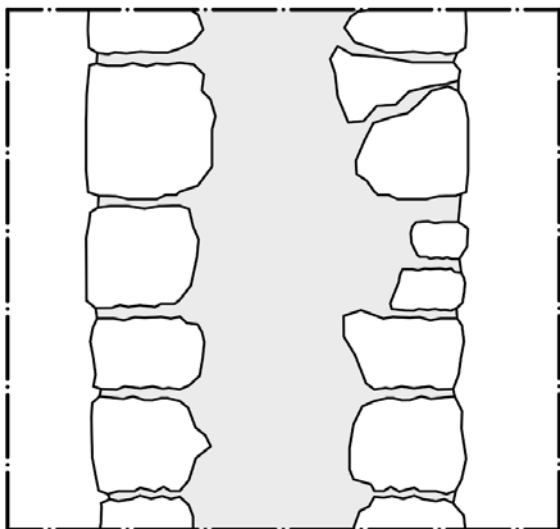
$$F_{SU} = \tau_{bu} \cdot \pi \cdot \phi_s \cdot l_B = 2 \text{ Н/мм}^2 \cdot 3,14 \cdot 16 \text{ мм} \cdot 1500 \text{ мм} = 150,80 \text{ кН} > T$$

где  $\tau_{bu}$  - минимальное значение прочности при растяжении, обеспечиваемое каменной кладкой,  $\phi_s$  - предполагаемый диаметр стержня, а  $l_B$  - его предполагаемая длина. По этой причине необходимо осуществить проверку размера анкерной системы.

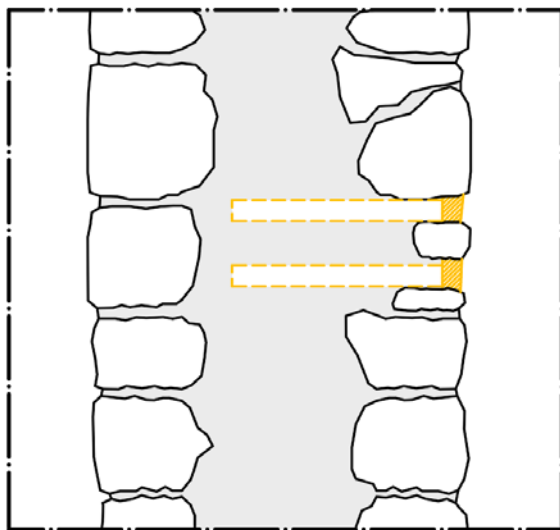
### 7.5.2 Очередность производственных процессов

Этот параграф иллюстрирует операционную последовательность осуществления внешней затирки швов на двух различных уровнях наружной стороны башни.

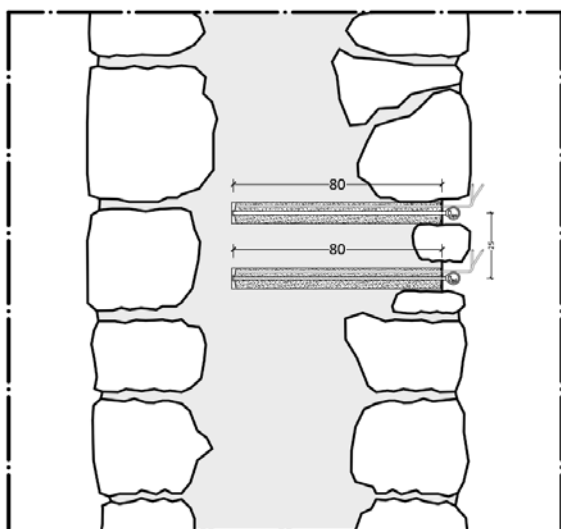
Более конкретно, на следующих четырех рисунках показана рабочая последовательность монтажа поперечных кольцевых соединителей, связывающих пряди со стеной. Интервал между этими элементами будет иметь минимальное значение 3,35 м, а максимальное-5,00 м.



Существующая кладка.



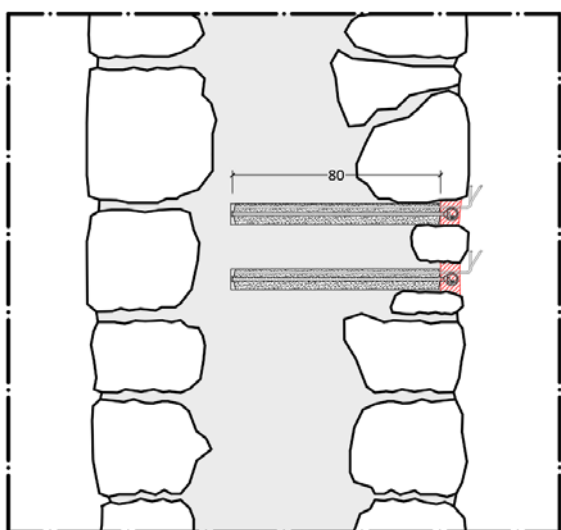
**ПЕРВАЯ ФАЗА:** частичная подрезка растворного шва на глубину 5-6 см и перфорация стенки отверстием диаметром 8 см и глубиной 80 см.



**ВТОРАЯ ФАЗА:** установка поперечных кольцевых соединителей, состоящих из стержней из нержавеющей стали М16, длиной 80 см, закрепленных на кладке с помощью раствора на основе гидравлической извести (МЗ) с минимальной прочностью на сжатие 12 МПа. Минимальный шаг 3,35 м; максимальный шаг 5,00 м.

Стержень арматуры, прежде чем быть вставленным в кладку, должен быть вставлен в тканевый рукав, открытый на противоположном конце, что позволит вставить инъекционную трубку для заправки раствора.

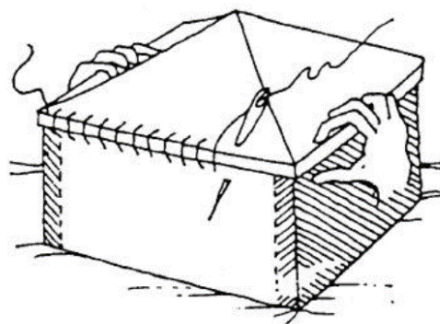
Шесть прядей из нержавеющей стали пропускаются через соединительный фитинг, чтобы сохранить их позицию.



**ТРЕТЬЯ ФАЗА:** восстановление растворного шва для покрытия прядей.

На следующих изображениях кратко представлены реставрационные мероприятия, запланированные для башни; конструкционные детали показывают расположение и количество прядей для каждого растворного шва и их соединения с существующей кладкой, в том числе в специальных местах, таких как верхний угол башни (см. *деталь 2*).





Круглые стены хотя и не нагружены опалубкой (которая в данный момент отсутствует), все же остаются уязвимыми из-за отсутствия эффекта коробки.

KEY LEGEND FOR PROPOSED STRUCTURAL INTERVENTIONS



Crack

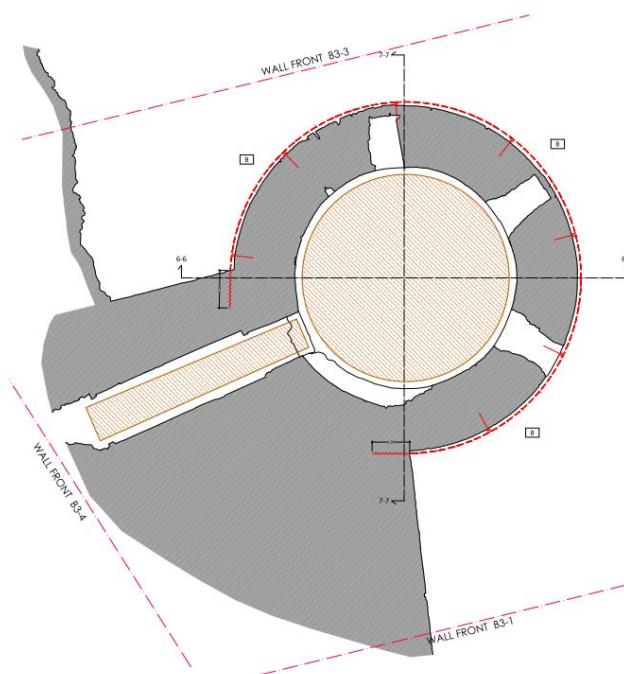


Deep crack

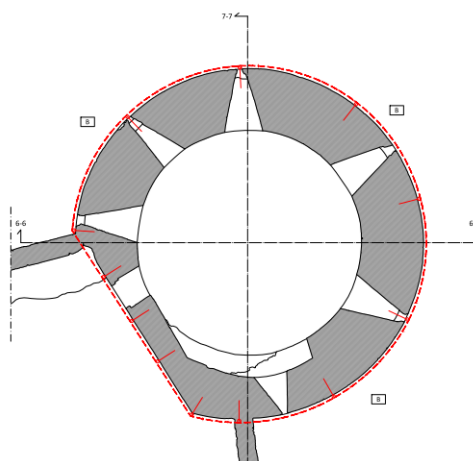
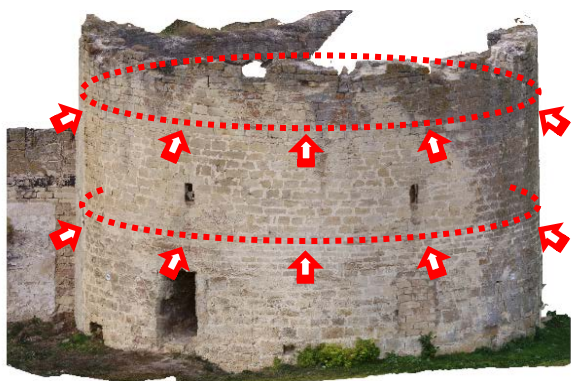
B

External hoop of the walls consisting of stainless steel strands ( $\varnothing 6$  mm) inserted inside the mortar joints (after a partial sharpening about 5-6 cm deep). Six steel strands for each joint are provided.

Anchoring of strands consisting of stainless steel bars M16 with eyebolt, thimble and clamps for locking the strand, anchored to the masonry with mortar based on hydraulic lime



План Q3. 40 с указанием строительных работ



Реставрационное вмешательство заключается в укреплении кладки внешним хомутом с использованием прядей из нержавеющей стали, вставленных в растворные швы (после частичного заглубления), с использованием кольцевых фитингов для удержания прядей на месте. Потребуется последующее восстановление швов с помощью заполнителей на базе строительного раствора.

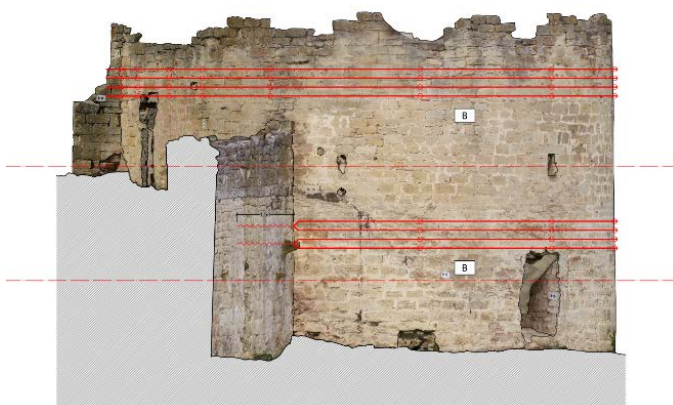
План Q3.40 с указанием строительных работ



Стальные нити вставляются в растворные швы и стыки в соответствии с предлагаемым вмешательством.



Деталь системы крепления прядей



Южный фасад с указанием общестроительных работ



KEY LEGEND FOR PROPOSED STRUCTURAL INTERVENTIONS



Crack



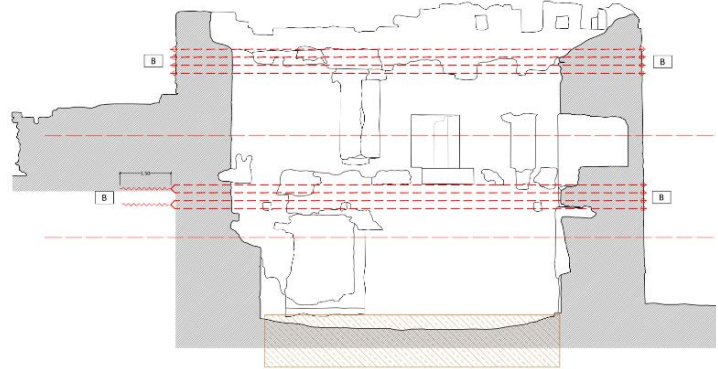
Deep crack

B

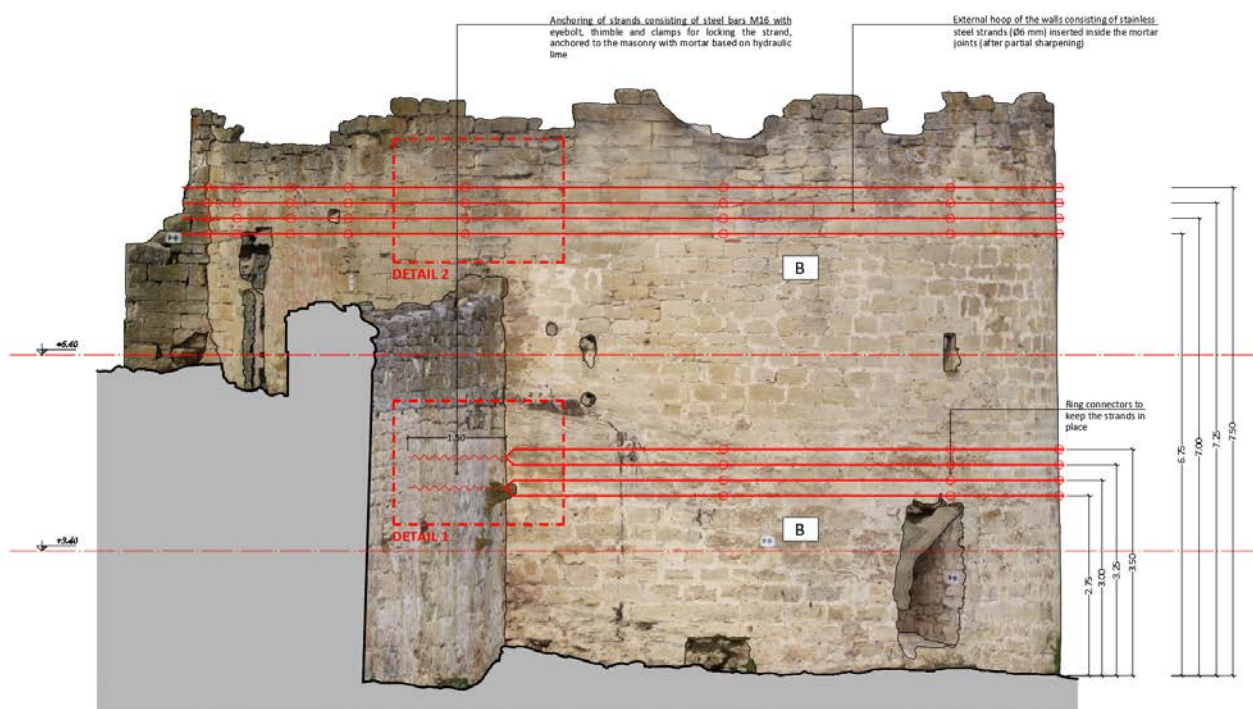
External hoop of the walls consisting of stainless steel strands (Ø6 mm) inserted inside the mortar joints (after a partial sharpening about 5-6 cm deep). Six steel strands for each joint are provided.



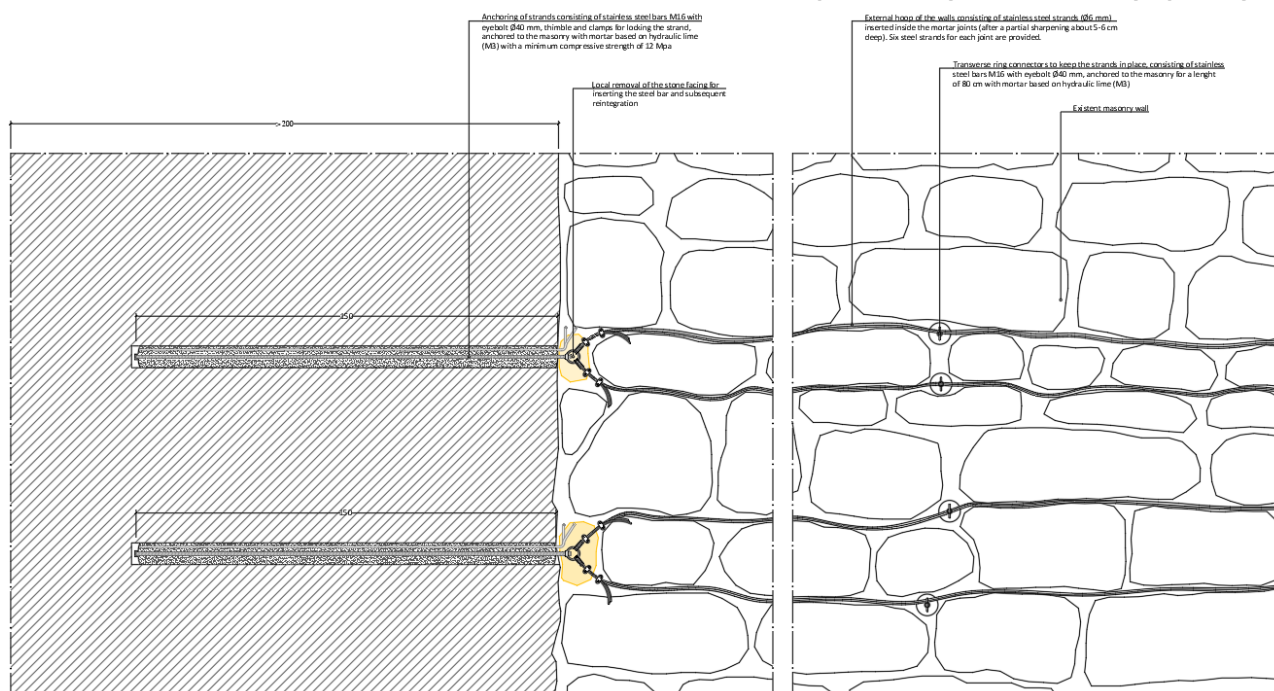
Anchoring of strands consisting of stainless steel bars M16 with eyebolt, thimble and clamps for locking the strand, anchored to the masonry with mortar based on hydraulic lime



Вертикальный разрез с указанием общестроительных работ



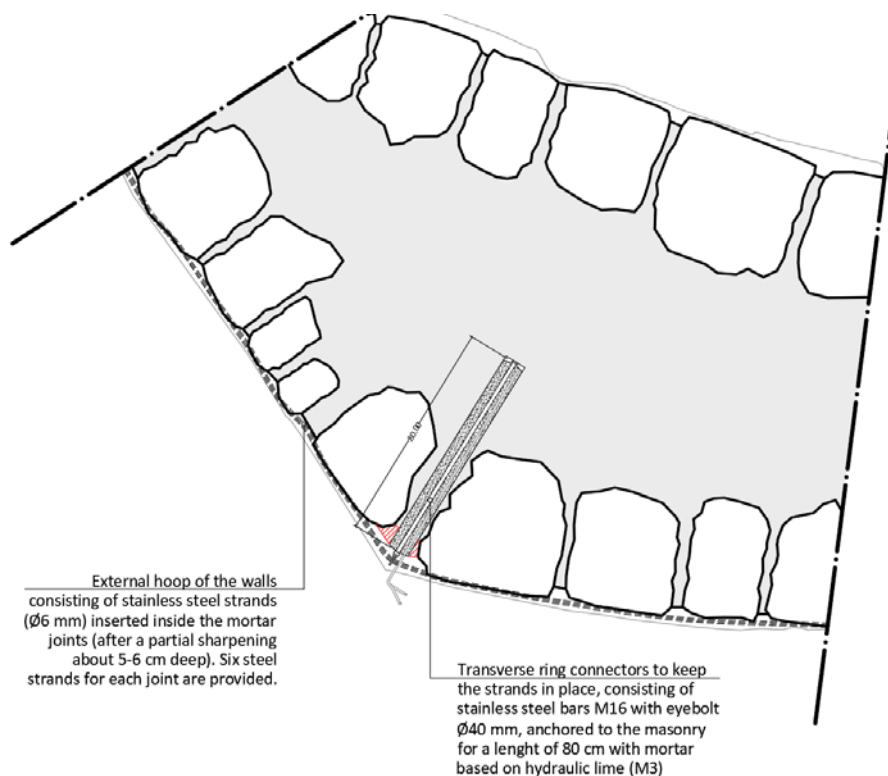
Южный фасад башни V3 с указанием общестроительных работ. Показаны деталь 1 и деталь 2



DETAIL 1a\_ THE ANCHORING SYSTEM OF THE STAINLESS STEEL STRANDS - 1:10

DETAIL 1b\_ THE TRANSVERSE RING CONNECTORS - 1:10

**Деталь 1:** анкерная система с применением прядей из нержавеющей стали (слева) и поперечной кольцевой арматуры (справа)



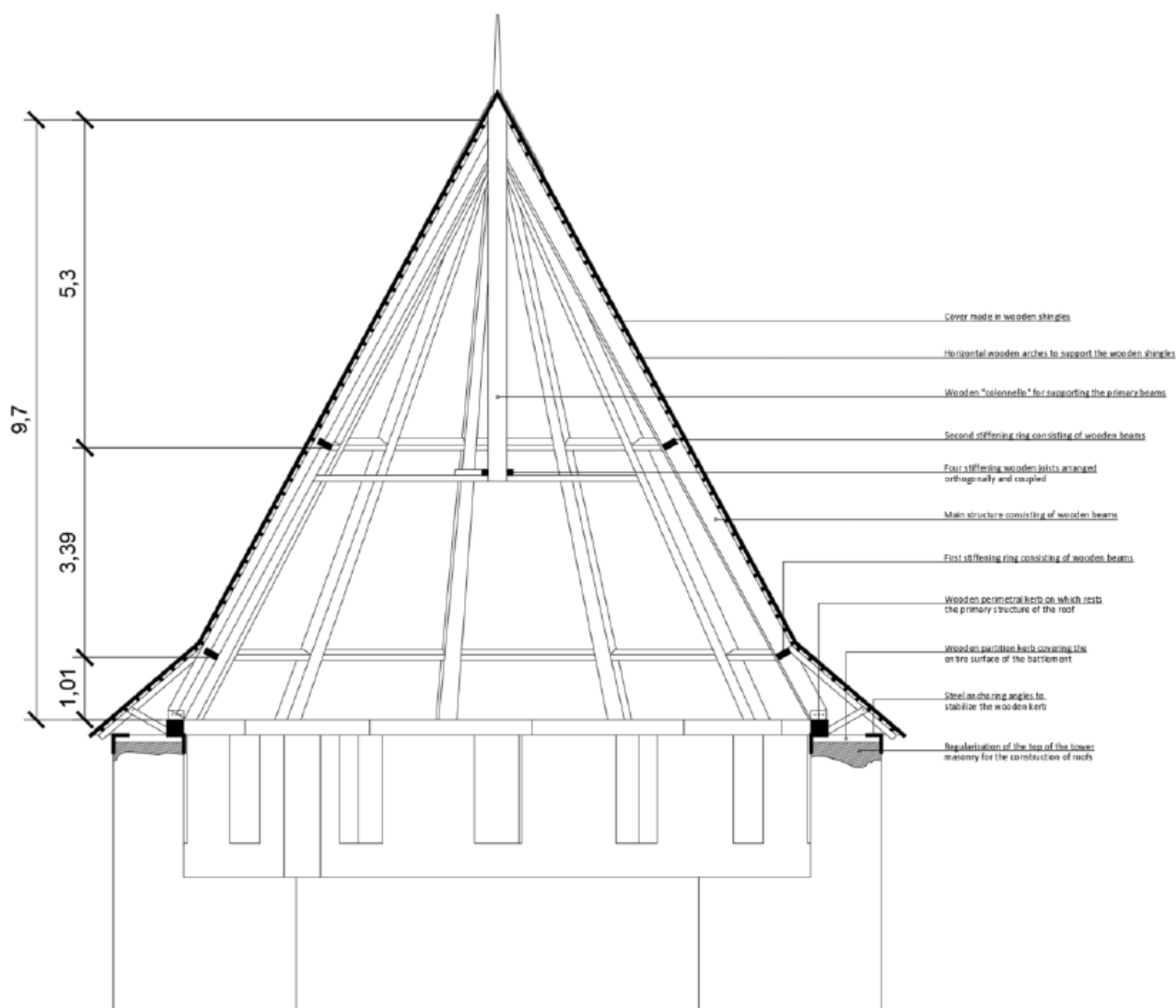
**Деталь 2:** поперечная кольцевая арматура



## 7.6 Новая кровля для башен A2, A4 и A6

Новая кровля будет изготовлена из деревянных стропил, скрепленных двумя кольцами жесткости и затем покрыта деревянной черепицей. Конструкция будет состоять из первичного обрешечивания деревянными брусом 30x30 см, двух колец жесткости с деревянными балками 25x10 см, деревянной осевой балкой Ø30 см и вторичного обрешечивания горизонтальными деревянными арками 5x5 см (для поддержки деревянной черепицы), соединенными с главными балками. Вся конструкция устанавливается на деревянном периметральном бортике, образованном деревянными балками 25x25 см, аккуратно связанными с нижележащей кладкой после соответствующей стабилизации верхней кладки. Схема конструкции может быть представлена в следующем разделе, касающемся кровли.

Все указания, касающиеся материалов и арматуры, содержится в чертежах конструкторских решений.



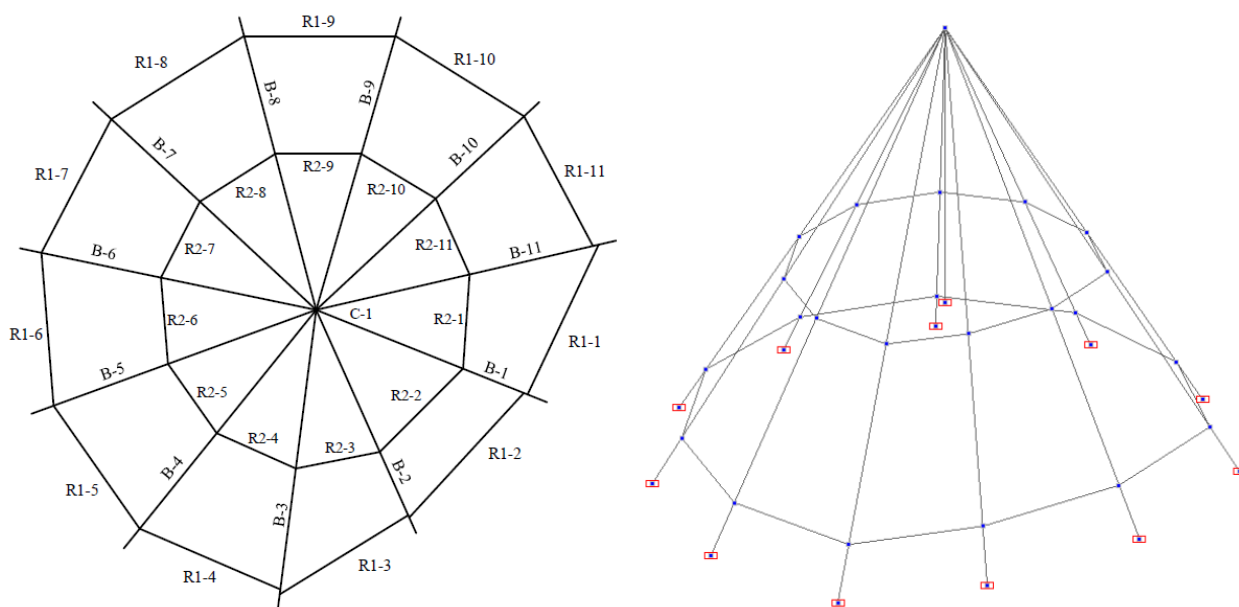
Типологический вид новой кровли

На следующем рисунке показан один из элементов, который был соответствующим образом верифицирован. Что касается верификации каждого отдельно взятого элемента, то, пожалуйста, обратитесь к расчетам, произведенным инженером Cutia, в представленном им отчете, из

которого можно сделать вывод, что обеспечена структурная устойчивость и стабильность собственно всей структуры.

Рассматривался тип крыши, который может быть использован как для башен А2 и А4 (круговой план), так и для башни А6 (полигональный план), поскольку все они имеют схожие размеры.

Относительный структурный анализ, таким образом, можно считать обоснованным и достаточно исчерпывающим также и для башни А3, которая меньше других и ее конфигурация представляет меньшую нагрузку.



План и аксонометрический вид стропильной конструкции крыши с указанием отдельных верифицированных деревянных балок

## 7.7 Новые перила

Как уже указывалось в пункте 7.3.3. перила будут установлены непосредственно на дозорном пути и будут состоять из вертикальных опор из кортеновской стали квадратного профиля 50x50 мм, расположенных на расстоянии 1,20 м друг от друга, верхнего бруса прямоугольного сечения и перфорированных панелей, в соответствии с архитектурными чертежами проекта. Стальной коробчатый профиль будет утоплен в кладке при помощи эпоксидной смолы на глубину до 20 см; стальной стержень Ø16, вставленный в него, будет заглублен еще на 40 см.

В этом параграфе представлена информация о проверке устойчивости опорных столбов перил. Проверка была проведена с учетом воздействия горизонтальной линейной нагрузки на их верхнюю часть.

Несмотря на то, что молдавские нормативы не предписывают какой-либо нагрузки на перила (предусмотрены только некоторые предварительные размеры, особенно их высота), было бы разумно удостовериться, что они выдерживают горизонтальную нагрузку равную примерно 100 кгс/м, поскольку пешеходные дорожки, где будут установлены перила, являются местами, открытыми для публики, и поэтому они должны быть в состоянии вместить много посетителей одновременно.

Учитывая линейную нагрузку  $f=100$  кгс/м и расстояние  $i$  1,20 м между стойками, полученная точечная нагрузка  $P$  на одну стойку будет равна:

$$P = 2 \cdot [(f \cdot i) / 2] = 2 \cdot 100 \text{ кгс/м} \cdot 1,20 \text{ м} \cdot 0,50 = 120 \text{ кгс} = 1,20 \text{ кН}$$

Эта величина означает нагрузку, производимую на каждую стойку двумя соседними; по этой причине в формуле эта величина была удвоена. Учитывая высоту  $H$  перил (1,10 м), момент внутренних сил у основания опор равен:

$$M = P \cdot h = 1,20 \text{ кН} \cdot 1,10 \text{ м} = 1,32 \text{ кНм}$$

Устойчивая секция состоит из коробчатого стального профиля 50x50 мм, толщиной 3 мм. Показатель устойчивости  $W$  этого профиля равен:

$$W = [(H^4 - h^4) / 6 \cdot H] = [(50 \text{ мм})^4 - (44 \text{ мм})^4 / 6 \cdot 50 \text{ мм}] = 8339,68 \text{ мм}^3$$

где  $H$  - внешняя сторона секции, а  $h = H - 2 \cdot s$ .

Таким образом, напряжение при изгибе составляет:

$$\sigma = M / W = 1,32 \text{ кНм} / 8339,68 \text{ мм}^3 = 1,32 \cdot 10^6 \text{ Нмм} / 8339,68 \text{ мм}^3 = 158,28 \text{ МПа}$$

Для того, чтобы расчетное значение усилия было совместимо с используемой маркой стали, необходимо использовать кортеновскую сталь с химическими и механическими характеристиками, аналогичными характеристикам категории S235JOW, предусмотренным стандартом EN 10025-5, в соответствии с требованиями, указанными в конструкторской документации.



## 8 План Безопасности

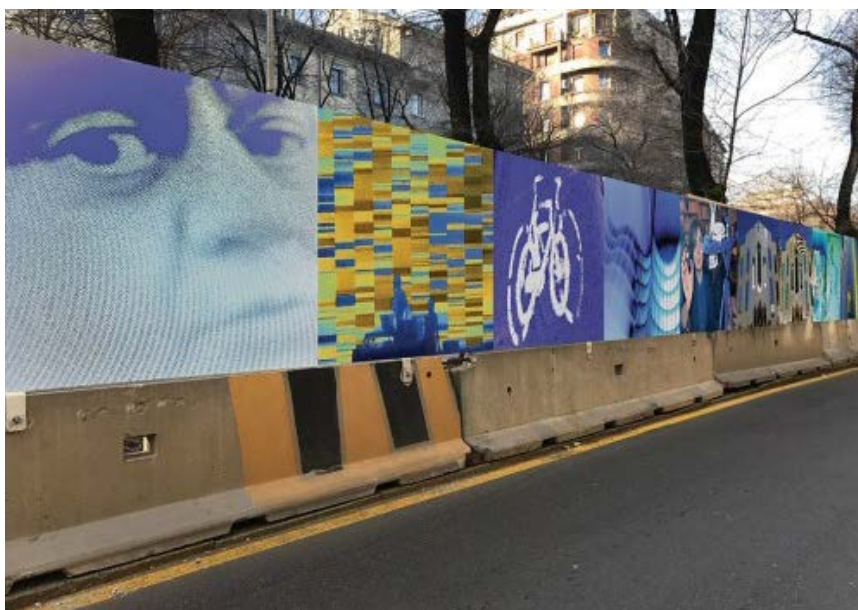
### 8.1 Тип ограждения территории

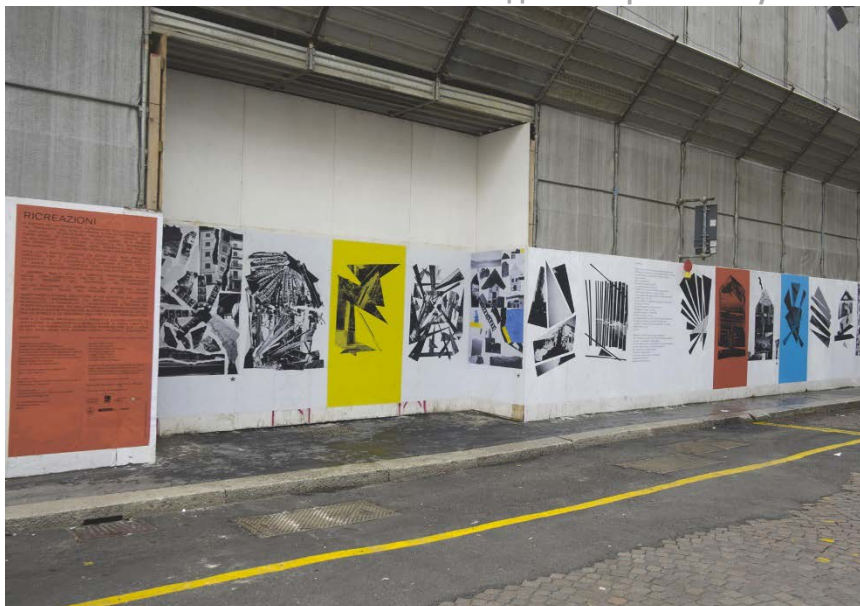
Ограждение строительной площадки должно быть выполнено из плит OSB или аналогичного материала, при необходимости поддерживаться бетонными основаниями. Панели должны будут выполнять информативную функцию ограждения в двух вариантах:

- предусмотреть прозрачные окна в некоторых частях панелей, чтобы посетители могли видеть, что идет работа
- предоставить информационный контент о истории крепости и проекта реставрации

Контент будет передан подрядчиком руководителю работ и утвержден ПРООН.

Ниже приведены некоторые примеры.





## 8.2 Основные принципы организации строительных работ и безопасности

### 8.2.1 Введение

Необходимо подготовить проекта организации площадки для реализации проекта *"Техническая экспертиза и разработка детального технического проекта по производству консервационно-реставрационных работ в Бендерской крепости"*. Основной задачей данного проекта является организация рабочей площадки и управление средствами, выделяемыми для этой цели. В этом смысле необходимо принимать рациональные решения, которые будут удовлетворять различным требованиям и другим условиям, которые могут возникнуть в некоторых ситуациях наряду с экономией средств и ресурсов.

Необходимость организации рабочей площадки на каждом новом месте, вызвана особенностями производственного процесса и технологией производства строительных работ. В этой пояснительной записке собраны и описаны основные работы, которые будут выполнены в процессе реставрации Бендерской крепости. Наряду с планом организации рабочей площадки, представлено подробное описание рабочего персонала и складских помещений. Кроме того, представлена проектная диаграмма Ганта.

Выполнение работ разделено на четыре основных этапа:

- I. Первый этап предусматривает производство восстановительные работ на нижней части крепости, то есть на башне В3.
- II. На втором этапе, одновременно с первым, предусмотрена структурная реконструкция и архитектурные вмешательства на водонапорных башнях.
- III. Работа на третьем этапе сосредоточена на восстановлении цитадели, где будет выполнено структурное усиление стены А6-А7 и структурные вмешательства на башне А6. Эти работы будут сопровождаются архитектурными вмешательствами для усиления стен и башен и завершатся восстановлением дренажной системы.
- IV. Последний этап восстановительных работ представляет собой продолжение третьего этапа. На этом этапе будут производиться архитектурные вмешательства только на стенах и башнях А4-А2-А8. Также для обеспечения безопасности посетителей будут установлены поручни и перфорированные перила.

## 8.2.2 Решения технологической последовательности и методы выполнения работ

**1. Реставрация и завершение восстановления кладки башен и стен между ними**

- a. Удаление биологической патины путем нанесения биоцида на поверхности.
- b. Удаление кустарниковой растительности обработкой биоцидом.
- c. Тангенциальная пескоструйная обработка (с использованием системы типа JOS или IBIX), работающая на сжатом воздухе, с регулируемым рабочим давлением, сменной насадкой, установленной на штуцере или пистолете.
- d. Усиление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких повреждений гидравлическим известковым раствором и заполнителями, с вводом трубок, необходимых для инъектирования и последующей инфильтрации предварительно подготовленных гидравлических растворов, с постепенным, в направлении снизу-вверх, полным насыщением раствором; в том числе, проведение окончательного тампонирувания отделочными известковыми растворами.
- e. Заделка щелей, ослабляющих несущую стену, осуществляется путем интеграции с материалами, аналогичными оригинальным.
- f. Возобновление разделки трещин путем удаления старых цементных растворов, с последующей затиркой известковым раствором и подходящими заполнителями.
- g. Реконструкция швов путем удаления старых растворов (если они не подлежат восстановлению) с обеспечением защиты участков, позволяющих проводить консервативное вмешательство, затирка швов известковым раствором и соответствующими заполнителями, в том числе наполнители, относящимися к типам растворов, пригодным для окраски и гранулометрии, поверхностной обработки, очистки любых остатков от окружающих поверхностей, исключая восстановление сцепления сохранившихся растворов подлежащих слоев с гидравлическим раствором и любым наполнителем (для выравнивающего слоя). Оценку необходимо проводить по фактической обрабатываемой поверхности: - известняк среднего размера или гравий.
- h. Заполнение пустот, влияющих на состояние стен, осуществляется путем совмещения с материалами, аналогичными оригинальным; включая расходы, связанные с поставкой необходимых для этого материалов.
- i. Реконструкция поверхности методом облицовки стен методом "scuci-cuci" с использованием цельного кирпича, камня или смешанной кладки. В том числе: применение раствора, соответствующего, при необходимости, характеристикам исходного; новые или восстановленные кирпичи, или камни; врубки между новыми и старыми швами; затирка и стилизация швов; удаление поврежденных частей; складирование щебня в пределах строительной площадки, его погрузка и транспортировка на склад, площадки для утилизации или тестирования; временные работы по обеспечению защиты, внутренние рабочие планы. За исключением внешних строительных лесов и плата за утилизацию отходов.
- j. Покрытие для создания эффекта старины (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень), вертикальных и горизонтальных, в элементах любого размера, с

Пояснительная записка к детализированному техническому проекту использованием раствора на основе специальных гидравлических связующих составов и заполнителей, отобранных и контролируемых по рациональному распределению размера зерен.

## **2. Недавние вмешательства**

- a. Восстановление существующих элементов.

## **3. Дренажная система**

- a. Очистка и восстановление бетонного дренажного канала.
- b. Выемка грунта для прокладки труб и коллекторов.
- c. Поставка и монтаж сборных бетонных дренажных каналов, с встроенным продольным уклоном.

## **4. Усиление кладки стен**

- a. ПЕРВЫЙ ЭТАП: перфорация стены на всю ее толщину с диаметром отверстий 4-5 см, с временным локальным удалением облицовочного камня в точке устройства монтажного отверстия.
- b. Вставка стержня из нержавеющей стали Ø16 мм и инъектирование гидравлического известкового раствора, армированного волокном (МЗ).
- c. Применение фиксатора из нержавеющей стали для диагонов, состоящего из круглой торцевой пластины Ø150 мм и пирамидальной крышки, размещенной в центре блоков.

## **5. Усиление водонапорной башни**

- a. Частичная выемка грунта для монтажа фундамента.
- b. Установка железобетонных балок.
- c. Перфорация на монолитной кирпичной, каменной или смешанной кладке с помощью соответствующего оборудования.
- d. Метизы с доставкой на рабочую площадку, такие как стяжные болты, хомуты, скобы, дюбеля, стяжные муфты, зажимы, пластины, хомуты и другие подобные элементы.
- e. Инъектирование в заранее просверленные отверстия жидкого гидравлического раствора с любыми противоусадочными добавками с использованием подходящей системы впрыска с насосом низкого давления.
- f.

## **6. Усиление башни ВЗ**

- a. Частичная подрезка растворного шва на глубину 5-6 см и перфорация стенки отверстием диаметром 8 см и глубиной 80 см.
- b. Установка поперечных кольцевых соединителей, состоящих из стержней из нержавеющей стали М16, длиной 80 см, закрепленных на кладке с помощью раствора на основе гидравлической извести (МЗ) с минимальной прочностью на сжатие 12 МПа.
- c. Восстановление растворного шва для покрытия прядей.

## **7. Укрепление башни А6**



- a. Перфорация на монолитной кирпичной, каменной или смешанной кладке с помощью соответствующего оборудования.
- b. Метизы с доставкой на рабочую площадку, такие как стяжные болты, хомуты, скобы, дюбеля, стяжные муфты, зажимы, пластины, хомуты и другие подобные элементы.
- c. Инъектирование в заранее просверленные отверстия жидкого гидравлического раствора с любыми противоусадочными добавками с использованием подходящей системы впрыска с насосом низкого давления.

## 8. Новая кровля для башен А2, А3, А4, А6

- a. Установка новой кровли на башнях А2 и А4.
- b. Снятие старой конструкции крыши с башен А3 и А6.
- c. Установка новой деревянной конструкции крыши на башнях А3 и А6.

### 8.2.3 Объем работ

Таблица 1. Расчетный объем работ

№	Вид работ	ЕИ	Объем	Ссылка	Срок		Раб. сила		Команда
					Чел/час	Маш/час	Чел/час	Маш/час	
1	2	3	4	5	6	7	8,0	9	10
1	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А1)	м2	403	СВ14А	0,75	-	302,3	-	1 квалиф. работник
2	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А2)	м2	525	СВ14А	0,75	-	393,8	-	1 квалиф. работник
3	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А3)	м2	276	СВ14А	0,75	-	207,0	-	1 квалиф. работник
4	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А4)	м2	462	СВ14А	0,75	-	346,5	-	1 квалиф. работник
5	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А5)	м2	312	СВ14А	0,75	-	234,0	-	1 квалиф. работник
6	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А6)	м2	434	СВ14А	0,75	-	325,5	-	1 квалиф. работник
7	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А7)	м2	325	СВ14А	0,75	-	243,8	-	1 квалиф. работник
8	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А8)	м2	336	СВ14А	0,75	-	252,0	-	1 квалиф. работник
9	Монтаж строительных лесов (внешняя башня В3)	м2	320	СВ14А	0,75	-	240,0	-	1 квалиф. работник
10	Монтаж строительных лесов (водонапорная башня)	м2	70	СВ14А	0,75	-	52,5	-	1 квалиф. работник
11	Монтаж строительных лесов (внешняя стена А1-А2)	м2	232	СВ14А	0,75	-	174,0	-	1 квалиф.

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

									работник
12	Монтаж строительных лесов (наружная стена А2-А3)	м2	296	СВ14А	0,75	-	222,0	-	1 квалиф. работник
13	Монтаж строительных лесов (наружная стена А3-А4)	м2	320	СВ14А	0,75	-	240,0	-	1 квалиф. работник
14	Монтаж строительных лесов (наружная стена А4-А5)	м2	200	СВ14А	0,75	-	150,0	-	1 квалиф. работник
15	Монтаж строительных лесов (наружная стена А5-А6)	м2	200	СВ14А	0,75	-	150,0	-	1 квалиф. работник
16	Монтаж строительных лесов (внешняя стена А6-А7)	м2	480	СВ14А	0,75	-	360,0	-	1 квалиф. работник
17	Монтаж строительных лесов (внешняя стена А7-А8)	м2	540	СВ14А	0,75	-	405,0	-	1 квалиф. работник
18	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А1)	м2	96	СВ14А	0,75	-	72,0	-	1 квалиф. работник
19	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А2)	м2	79	СВ14А	0,75	-	59,3	-	1 квалиф. работник
20	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А3)	м2	72	СВ14А	0,75	-	54,0	-	1 квалиф. работник
21	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А4)	м2	82	СВ14А	0,75	-	61,5	-	1 квалиф. работник
22	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А5)	м2	96	СВ14А	0,75	-	72,0	-	1 квалиф. работник
23	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А6)	м2	82	СВ14А	0,75	-	61,5	-	1 квалиф. работник
24	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А7)	м2	72	СВ14А	0,75	-	54,0	-	1 квалиф. работник
25	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А8)	м2	82	СВ14А	0,75	-	61,5	-	1 квалиф. работник
26	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня В3)	м2	40	СВ14А	0,75	-	30,0	-	1 квалиф. работник
27	Монтаж строительных лесов (водонапорная башня)	м2	72	СВ14А	0,75	-	54,0	-	1 квалиф. работник
28	Монтаж строительных лесов (внутренняя стена А8-А2)	м2	360	СВ14А	0,75	-	270,0	-	1 квалиф. работник
29	Монтаж строительных лесов (внутренняя стена А2-А4)	м2	528	СВ14А	0,75	-	396,0	-	1 квалиф. работник
30	Монтаж строительных лесов (наружная стена А5-А6)	м2	228	СВ14А	0,75	-	171,0	-	1 квалиф. работник
31	Монтаж строительных лесов (внутренняя стена А6-А8)	м2	495	СВ14А	0,75	-	371,3	-	1 квалиф. работник
32	Монтаж строительных лесов (внутренняя стена А4-А5)	м2	234	СВ14А	0,75	-	175,5	-	1 квалиф.

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

									работник
33	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А1)	м2	403	СВ14А	0,75	-	302,3	-	1 квалиф. работник
34	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А2)	м2	525	СВ14А	0,75	-	393,8	-	1 квалиф. работник
35	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А3)	м2	276	СВ14А	0,75	-	207,0	-	1 квалиф. работник
36	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А4)	м2	462	СВ14А	0,75	-	346,5	-	1 квалиф. работник
37	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А5)	м2	312	СВ14А	0,75	-	234,0	-	1 квалиф. работник
38	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А6)	м2	434	СВ14А	0,75	-	325,5	-	1 квалиф. работник
39	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А7)	м2	325	СВ14А	0,75	-	243,8	-	1 квалиф. работник
40	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А8)	м2	336	СВ14А	0,75	-	252,0	-	1 квалиф. работник
41	Демонтаж строительных лесов (внешняя стена А1-А2)	м2	232	СВ14А	0,75	-	174,0	-	1 квалиф. работник
42	Демонтаж строительных лесов (наружная стена А2-А3)	м2	296	СВ14А	0,75	-	222,0	-	1 квалиф. работник
43	Демонтаж строительных лесов (наружная стена А3-А4)	м2	320	СВ14А	0,75	-	240,0	-	1 квалиф. работник
44	Демонтаж строительных лесов (наружная стена А4-А5)	м2	200	СВ14А	0,75	-	150,0	-	1 квалиф. работник
45	Демонтаж строительных лесов (наружная стена А5-А6)	м2	200	СВ14А	0,75	-	150,0	-	1 квалиф. работник
46	Демонтаж строительных лесов (внешняя стена А6-А7)	м2	480	СВ14А	0,75	-	360,0	-	1 квалиф. работник
47	Демонтаж строительных лесов (внешняя стена А7-А8)	м2	540	СВ14А	0,75	-	405,0	-	1 квалиф. работник
48	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня В3)	м2	320	СВ14А	0,75	-	240,0	-	1 квалиф. работник
49	Демонтаж строительных лесов (водонапорная башня)	м2	70	СВ14А	0,75	-	52,5	-	1 квалиф. работник
50	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А1)	м2	96	СВ14А	0,75	-	72,0	-	1 квалиф. работник
51	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А2)	м2	79	СВ14А	0,75	-	59,3	-	1 квалиф. работник
52	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А3)	м2	72	СВ14А	0,75	-	54,0	-	1 квалиф. работник
53	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А4)	м2	82	СВ14А	0,75	-	61,5	-	1 квалиф.

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

									работник
54	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А5)	м2	96	CB14A	0,75	-	72,0	-	1 квалиф. работник
55	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А6)	м2	82	CB14A	0,75	-	61,5	-	1 квалиф. работник
56	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А7)	м2	72	CB14A	0,75	-	54,0	-	1 квалиф. работник
57	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А8)	м2	82	CB14A	0,75	-	61,5	-	1 квалиф. работник
58	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня В3)	м2	40	CB14A	0,75	-	30,0	-	1 квалиф. работник
59	Демонтаж строительных лесов (водонапорная башня)	м2	72	CB14A	0,75	-	54,0	-	1 квалиф. работник
60	Демонтаж строительных лесов (внутренняя стена А8-А2)	м2	360	CB14A	0,75	-	270,0	-	1 квалиф. работник
61	Демонтаж строительных лесов (внутренняя стена А2-А4)	м2	528	CB14A	0,75	-	396,0	-	1 квалиф. работник
62	Демонтаж строительных лесов (внутренняя стена А5-А6)	м2	228	CB14A	0,75	-	171,0	-	1 квалиф. работник
63	Демонтаж строительных лесов (внутренняя стена А6-А8)	м2	495	CB14A	0,75	-	371,3	-	1 квалиф. работник
64	Демонтаж строительных лесов (внутренняя стена А4-А5)	м2	234	CB14A	0,75	-	175,5	-	1 квалиф. работник
65	Удаление растительности путем нанесения биоцида (внешняя стена и башни А2-А8)	м2	325	CN53A	0,03	-	9,8	-	1 квалиф. работник
66	Удаление растительности путем нанесения биоцида (наружная стена и башни А2-А8)	м2	652	CN53A	0,03	-	19,6	-	1 квалиф. работник
67	Удаление растительности путем нанесения биоцида (внешняя стена и башни А6-А4)	м2	670	CN53A	0,03	-	20,1	-	1 квалиф. работник
68	Удаление растительности путем нанесения биоцида (наружная стена и башни А4-А2)	м2	330	CN53A	0,03	-	9,9	-	1 квалиф. работник
69	Удаление растительности путем нанесения биоцида (внутренняя стена и башни А2-А8)	м2	290	CN53A	0,03	-	8,7	-	1 квалиф. работник
70	Удаление растительности путем нанесения биоцида (внутренняя стена и башни А6-А4)	м2	10	CN53A	0,03	-	0,3	-	1 квалиф. работник
71	Удаление растительности путем нанесения биоцида	м2	142	CN53A	0,03	-	4,3	-	1 квалиф.



## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

	(внутренняя стена и башни A4-A2)								работник
72	Удаление растительности путем нанесения биоцида (внутренняя стена и водонапорная башня)	м2	40	CN53A	0,03	-	1.2	-	1 квалиф. работник
73	Тангенциальная пескоструйная обработка (с системой типа JOS), работающая на сжатом воздухе, с регулируемым рабочим давлением, сменным штуцером, установленным на ручке или пистолете. (внешние башни и кладка)	м2	4224	IzA01A	0,36	0,1	1520,6	422,4	2 квалиф. работника
74	Тангенциальная пескоструйная обработка (с системой типа JOS), работающая на сжатом воздухе, с регулируемым рабочим давлением, сменным штуцером, установленным на ручке или пистолете. (внутренние башни и кладка)	м2	2316	IzA01A	0,36	0,1	833,8	231,6	2 квалиф. работника
75	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип А (внешняя стена и башни A2-A8)	м2	237	RMB21B	17,6	-	4171,2	-	1 квалиф. работник
76	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип А (внешняя стена и башни A8-A6)	м2	130	RMB21B	17,6	-	2288,0	-	1 квалиф. работник
77	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип А (внешняя стена и башни A6-A4)	м2	191	RMB21B	17,6	-	3361,6	-	1 квалиф. работник
78	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип А (внешняя стена и башни A4-A2)	м2	265	RMB21B	17,6	-	4664,0	-	1 квалиф. работник
79	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип А (внутренняя стена и башни A4-A2)	м2	127	RMB21B	17,6	-	2235,2	-	1 квалиф. работник
80	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внешняя стена и башни A2-A8)	м2	92	RMB21B	17,6	-	1619,2	-	1 квалиф. работник

81	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внешняя стена и башни А8-А6)	м2	212	RMB21B	17,6	-	3731,2	-	1 квалиф. работник
82	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внешняя стена и башни А6-А4)	м2	25	RMB21B	17,6	-	440,0	-	1 квалиф. работник
83	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внешняя стена и башни А4-А2)	м2	135	RMB21B	17,6	-	2376,0	-	1 квалиф. работник
84	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внутренняя стена и башни А2-А8)	м2	77	RMB21B	17,6	-	1355,2	-	1 квалиф. работник
85	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внутренняя стена и башни А8-А6)	м2	100	RMB21B	17,6	-	1760,0	-	1 квалиф. работник
86	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внутренняя стена и башни А6-А4)	м2	87	RMB21B	17,6	-	1531,2	-	1 квалиф. работник
87	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внутренняя стена и башни А4-А2)	м2	150	RMB21B	17,6	-	2640,0	-	1 квалиф. работник
88	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип С (внешняя стена и башни А2-А8)	м2	5	R1MB23C	17	-	85,0	-	1 квалиф. работник
89	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип С (внешняя стена и башни А8-А6)	м2	52	R1MB23C	17	-	884,0	-	1 квалиф. работник
90	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип С (внешняя стена и башни А6-А4)	м2	81	R1MB23C	17	-	1377,0	-	1 квалиф. работник
91	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием	м2	19	R1MB23C	17	-	323,0	-	1 квалиф. работник

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

	разрушения Тип С (внутренняя стена и башни A2-A8)								
92	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип С (внутренняя стена и башни A8-A6)	м2	15	R1MB23C	17	-	255,0	-	1 квалиф. работник
93	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип С (внутренняя стена и башни A6-A4)	м2	82	R1MB23C	17	-	1394,0	-	1 квалиф. работник
94	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип С (внутренняя стена и башни A4-A2)	м2	90	R1MB23C	17	-	1530,0	-	1 квалиф. работник
95	Восстановительные мероприятия в соответствии с картированием типов разрушения A+B+C (башня A4)	м2	60	R1MB23C	17	-	1020,0	-	1 квалиф. работник
96	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (наружные башни A2-A8)	м	24,5	RMA16A	7	-	171,5	-	1 квалиф. работник
97	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внешние башни A8-A6)	м	29,1	RMA16A	7	-	203,7	-	1 квалиф. работник
98	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внешние башни A6-A4)	м	19,1	RMA16A	7	-	133,7	-	1 квалиф. работник
99	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внешние башни A4-A2)	м	18,2	RMA16A	7	-	127,4	-	1 квалиф. работник
100	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких	м	7,6	RMA16A	7	-	53,2	-	1 квалиф. работник

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

	трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (водонапорная башня)								
101	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внешняя В1)	м	4,2	RMA16A	7	-	29,4	-	1 квалиф. работник
102	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внешняя В7-А)	м	9,2	RMA16A	7	-	64,4	-	1 квалиф. работник
103	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внутренние А8-А6)	м	4	RMA16A	7	-	28,0	-	1 квалиф. работник
104	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внутренние А6-А4)	м	6,5	RMA16A	7	-	45,5	-	1 квалиф. работник
105	Заполнение пустот, влияющих на состояние стен (наружная кладка А6-А4)	м3	1,68	RMA16A	7	-	11,8	-	1 квалиф. работник
106	Заполнение пустот, влияющих на состояние стен (наружная кладка А4-А2)	м3	0,86	RMA16A	7	-	6,0	-	1 квалиф. работник
107	Заполнение пустот, влияющих на состояние стен (водонапорная башня)	м3	3,36	RMA16A	7	-	23,5	-	1 квалиф. работник
108	Заполнение пустот, влияющих на состояние стены (кладка В7-Д)	м3	2,45	RMA16A	7	-	17,2	-	1 квалиф. работник
109	Заполнение пустот, влияющих на состояние стен (внутренние А6-А4)	м3	1,92	RMA16A	7	-	13,4	-	1 квалиф. работник
110	Реконструкция поверхности по методике "scuci-cuci" облицовки стен сплошным кирпичом (кладка стен А4-А5)	м2	5,31	RMB21B	17,6	-	93,5	-	1 квалиф. работник
111	Реконструкция поверхности по методике "scuci-cuci" облицовки стен сплошным кирпичом (башня А2 в направлении к А3)	м2	52,5	RMB21B	17,6	-	924,0	-	1 квалиф. работник



## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

112	Реконструкция поверхности по методике "scusi-cuci" облицовки стен сплошным кирпичом (башня В1, кладка В7-F)	м2	200	RMB21B	17,6	-	3520,0	-	1 квалиф. работник
113	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (наружная стена и башни А2-А8)	м2	97	RMD06A	3,6	-	349,2	-	1 квалиф. работник
114	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (наружная стена и башни А8-А6)	м2	117	RMA16A	3,6	-	421,2	-	1 квалиф. работник
115	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (наружная стена и башни А6-А4)	м2	65	RMA16A	3,6	-	234,0	-	1 квалиф. работник
116	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (наружная стена и башни А4-А2)	м2	175	RMA16A	3,6	-	630,0	-	1 квалиф. работник
117	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (внутренняя стена и башни А2-А8)	м2	200	RMA16A	3,6	-	720,0	-	1 квалиф. работник
118	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (внутренняя стена и башни А8-А6)	м2	77	RMA16A	3,6	-	277,2	-	1 квалиф. работник
119	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (внутренняя стена и башни А6-А4)	м2	340	RMA16A	3,6	-	1224,0	-	1 квалиф. работник
120	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (внутренняя стена и башни А4-А2)	м2	101	RMA16A	3,6	-	363,6	-	1 квалиф. работник
121	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках	м2	11	RMA16A	3,6	-	39,6	-	1 квалиф. работник

	(водонапорная башня)								
122	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных швах (башня В1)	м2	10	RMA16A	3,6	-	36,0	-	1 квалиф. работник
123	Восстановление швов существующей кладки стен подходящим раствором	м2	180,43	RMA16B	3,9	-	703,7	-	1 квалиф. работник
124	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (наружная стена и башни А2-А8)	м2	97	RMD05B	9	-	873,0	-	1 квалиф. работник
125	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (наружная стена и башни А8-А6)	м2	117	RMD05B	9	-	1053,0	-	1 квалиф. работник
126	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (наружная стена и башни А6-А4)	м2	65	RMD05B	9	-	585,0	-	1 квалиф. работник
127	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (наружная стена и башни А4-А2)	м2	175	RMD05B	9	-	1575,0	-	1 квалиф. работник
128	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (внутренняя стена и башни А2-А8)	м2	200	RMD05B	9	-	1800,0	-	1 квалиф. работник
129	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (внутренняя стена и башни А8-А6)	м2	77	RMD05B	9	-	693,0	-	1 квалиф. работник

130	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (внутренняя стена и башни А6-А4)	м2	60	RMD05B	9	-	540,0	-	1 квалиф. работник
131	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (внутренняя стена и башни А4-А2)	м2	101	RMD05B	9	-	909,0	-	1 квалиф. работник
132	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (водонапорная башня)	м2	11	RMD05B	9	-	99,0	-	1 квалиф. работник
133	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (Башня В1)	м2	10	RMD05B	9	-	90,0	-	1 квалиф. работник
134	Снятие кровельного покрытия с зубчатых стен между башнями А3-А4	м2	25,65	RpCI42C	0,88	-	22,6	-	1 квалиф. работник
135	Снятие кровельного покрытия с зубчатых стен между башнями А4-А6	м2	33,75	RpCI42C	0,88	-	29,7	-	1 квалиф. работник
136	Снятие кровельного покрытия с зубчатых стен между башнями А6-А8	м2	36,45	RpCI42C	0,88	-	32,1	-	1 квалиф. работник
137	Снятие кровельного покрытия с зубчатых стен между башнями А8-А2	м2	39,15	RpCI42C	0,88	-	34,5	-	1 квалиф. работник
138	Каменная кладка на зубчатых стенах	м3	10,62	RMB17A	22,5	-	239,0	-	2 квалиф. работника
139	Бетонная стяжка зубчатых стен и фундаментов зубчатых стен	м2	70,8	CF16B	1,1		77,9		2 квалиф. работника
140	Покрытие терракотовой черепицей зубчатых стен между башнями А3-А4	м2	25,65	CE02B	1,46	-	37,4	-	1 квалиф. работник
141	Покрытие терракотовой черепицей зубчатых стен между башнями А4-А6	м2	33,75	CE02B	1,46	-	49,3	-	1 квалиф. работник
142	Покрытие терракотовой черепицей зубчатых стен	м2	36,45	CE02B	1,46	-	53,2	-	1 квалиф.

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

	между башнями А6-А8								работник
143	Покрытие терракотовой черепицей зубчатых стен между башнями А8-А2	м2	39,15	CE02B	1,46	-	57,2	-	1 квалиф. работник
144	Отслаивание внутренней или внешней штукатурки любого типа нанесения (Кладка А4-А5)	м2	140	RMA25B	2,5	-	350,0	-	1 квалиф. работник
145	Очистка и восстановление дренажного канала	м3	5,5	SVL51A	1,36	-	7,5	-	1 квалиф. работник
146	Механическая инверсия наклона почвы	100м2	7,5	TsE04A	-	0,125	-	0,9	1 квалиф. работник
147	Новый дренажный канал	м	60	AcD08A	0,58	-	34,8	-	1 квалиф. работник
148	Перфорация стенки на всю ее толщину с диаметром отверстий 4-5 см и установки стального арматурного прутка Ø16 мм	штук	4	RpCG18C	1,24	-	5,0	-	2 квалиф. работника
149	Инъектирование армированного волокном гидравлического известкового раствора	штук	4	RpCU07B	0,43	-	1,7	-	1 квалиф. работник
150	Частичная выемка грунта для монтажа фундамента.	м3	6,6	TsA03B	1,64	-	10,8	-	1
151	Установка железобетонных балок.	м3	4,1	CA03C	4,5	-	18,5	-	2 квалиф. работника
152	Перфорация цельного кирпича	штук	8	RpCG18C	1,24	-	9,9	-	1 квалиф. работник
153	Установка стяжных болтов	1000кг	0,56	CL08A	40	-	22,4	-	2 квалиф. работника
154	Инъектирование раствора в зону перфорации	штук	8	RpCU07B	0,43	-	3,4	-	2 квалиф. работника
155	Частичная подрезка раствора	м2	272	IzH02B	0,09	-	24,5	-	1 квалиф. работник
156	Вставка кольцевых соединителей из нержавеющей стали	штук	8	RCsP25A	4,83	-	38,6	-	5 квалиф. работник
157	Восстановление цементных швов	м	272	RcsG19F	0,64	-	174,1	-	1 квалиф. работник
158	Земляные работы (перемещение грунта) в нижней части башни В3	м3	63	TsA03B	1,64	-	103,3	-	1 квалиф. работник
159	Перфорация цельного кирпича	штук	16	RpCG18C	1,24	-	19,8	-	2 квалиф. работник
160	Установка стяжных болтов	1000кг	1,163	CL08A	40	-	46,5	-	2 квалиф. работник
161	Инъектирование раствора в зону перфорации	штук	16	RpCU07B	0,43	-	6,9	-	2 квалиф. работник
162	Монтаж перильных	кг	1260	CL17B	0,21	-	264,6	-	3



## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

	ограждений между башнями А3-А2-А1								квалиф. работник
163	Монтаж перильных ограждений на башне А3	кг	820	CL17B	0,21	-	172,2	-	3 квалиф. работник
164	Установка перильных ограждений между башнями А3-А4-А5	кг	1620	CL17B	0,21	-	340,2	-	3 квалиф. работник
165	Монтаж перильных ограждений на башне А3	кг	234	CL17B	0,21	-	49,1	-	3 квалиф. работник
166	Установка перильных ограждений между башнями А5-А6-А1	кг	2826	CL17B	0,21	-	593,5	-	3 квалиф. работник
167	Монтаж перильных ограждений на башне А1	кг	792	CL17B	0,21	-	166,3	-	3 квалиф. работник
168	Монтаж перфорированной панели между башнями А3-А2-А1	кг	1008	CL17B	0,21	-	211,7	-	3 квалиф. работник
169	Монтаж перфорированной панели на башне А3	кг	662,4	CL17B	0,21	-	139,1	-	3 квалиф. работник
170	Установка перфорированной панели между башнями А3-А4-А5	кг	1296	CL17B	0,21	-	272,2	-	3 квалиф. работник
171	Монтаж перфорированной панели на башне А3	кг	187,2	CL17B	0,21	-	39,3	-	3 квалиф. работник
172	Установка перфорированной панели между башнями А5-А6-А1	кг	2260,8	CL17B	0,21	-	474,8	-	3 квалиф. работник
173	Монтаж перфорированной панели на башне А1	кг	792	CL17B	0,21	-	166,3	-	3 квалиф. работник
174	Снятие кровли с башни А6	1000кг	4,941	CL14B	10	1,7	49,4	8,39 97	2 квалиф. работник
175	Снятие кровли с башни А4	1000кг	4,941	CL14B	10	1,7	49,4	8,39 97	2 квалиф. работник
176	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А2	м3	24,44	CE28A	65	-	1588,6	-	3 квалиф. работник
177	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А2	м2	238,4	CE02B	1,46	-	348,1	-	3 квалиф. работник
178	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А3	м3	24,44	CE28A	65	-	1588,6	-	3 квалиф. работник
179	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А3	м2	238,4	CE02B	1,46	-	348,1	-	3 квалиф. работник
180	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А4	м3	24,44	CE28A	65	-	1588,6	-	3 квалиф. работник
181	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А4	м2	238,4	CE02B	1,46	-	348,1	-	3 квалиф. работник

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

182	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А6	м3	24,44	СЕ28А	65	-	1588,6	-	3 квалиф. работник
183	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А6	м2	238,4	СЕ02В	1,46	-	348,1	-	3 квалиф. работник
Всего чел/час							84919,3		

## 8.2.4 График выполнения работ

Таблица 12 Рабочий график

№	Вид работ	ЕИ	Объем	Раб.сила	Механизм		Продолжительность (дни)	К-во работников	Состав команды
					Имя	Маш/час			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Первая фаза работ (Башня В3)									
1	Подготовительные работы	%	5	55,6	-	-	1,4	5	Смешанная команда
2	Монтаж строительных лесов (внешняя башня В3)	м2	320	240	-	-	5,0	6	Плотник
3	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня В3)	м3	40	30	-	-	0,6	6	Плотник
4	Частичная подрезка раствора	м2	272	24,48	-	-	0,6	5	Каменьщик
5	Вставка кольцевых соединителей из нержавеющей стали	штук	8	38,64	-	-	1,0	5	Квалифицированные работники
6	Восстановление цементных швов	м	272	174,08	-	-	4,4	5	Квалифицированные работники
7	Земляные работы (перемещение грунта) в нижней части башни В3	м3	63	174,08	-	-	4,4	5	Квалифицированные работники
8	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня В3)	м2	320	240	-	-	5,0	6	Плотник
9	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня В3)	м2	40	30	-	-	0,6	6	Плотник
10	Ландшафтные работы	%	2	19	-	-	0,5	5	Смешанная команда
11	Непредвиденные работы	%	15	142,7	-	-	3,6	5	Смешанная команда
12	Приемо-сдаточные работы	%	1	11,1	-	-	1,4	1	Инженер

Вторая фаза работ (водонапорная башня)									
13	Подготовительные работы	%	5	25	-	-	0,8	4	Смешанная команда
14	Монтаж строительных лесов (водонапорная башня)	м2	70	52,5	-	-	1,6	4	Плотник
15	Монтаж строительных лесов (водонапорная башня)	м2	72	54	-	-	1,7	4	Плотник
16	Частичная выемка грунта для монтажа фундамента.	м3	6,6	10,8	-	-	0.3	4	Квалифицированные работники
17	Установка железобетонных балок.	м3	4,1	18,5	-	-	0,6	4	Квалифицированные работники
18	Удаление растительности путем нанесения биоцида (внутренняя стена и башни А4-А2)	м2	182	5,5	-	-	0,2	4	Квалифицированные работники
19	Перфорация цельного кирпича	штук	8	9,9	-	-	0.3	4	Квалифицированные работники
20	Установка стяжных болтов	1000кг	0,56	22,4	-	-	0,7	4	Квалифицированные работники
21	Инъектирование раствора в зону перфорации	штук	8	3,4	-	-	0,1	4	Квалифицированные работники
22	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (водонапорная башня)	м	7,6	53,2	-	-	1,7	4	Квалифицированные работники
23	Заполнение пустот, влияющих на состояние стен (водонапорная башня)	м3	3,36	23,5	-	-	0,7	4	Квалифицированные работники
24	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (водонапорная башня)	м2	11	39,6	-	-	1.2	4	Квалифицированные работники

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

25	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (водонапорная башня)	м2	11	99	-	-	3,1	4	Квалифицированные работники
26	Демонтаж строительных лесов (водонапорная башня)	м2	70	52,5	-	-	1,6	4	Плотник
27	Демонтаж строительных лесов (водонапорная башня)	м2	72	54	-	-	1,7	4	Плотник
28	Ландшафтные работы	%	2	10	-	-	0,3	4	Смешанная команда
29	Непредвиденные работы	%	15	74,8	-	-	2,3	4	Смешанная команда
30	Приемо-сдаточные работы	%	1	5	-	-	0,6	1	Инженер
Третья фаза работ (стена А8-А6, стена А5-А6, укрепительные работы, башня А8, А7, А6, А5)									
31	Подготовительные работы	%	5	1654,6	-	-	20,7	10	Смешанная команда
32	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А8)	м2	336	252	-	-	3,2	10	Плотник
33	Монтаж строительных лесов (внешняя стена А7-А8)	м2	540	405	-	-	6,3	8	Плотник
34	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А7)	м2	325	243,8	-	-	3,8	8	Плотник
35	Монтаж строительных лесов (внешняя стена А6-А7)	м2	480	360	-	-	5,6	8	Плотник
36	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А6)	м2	434	325,5	-	-	5,1	8	Плотник
37	Монтаж строительных лесов (наружная стена А5-А6)	м2	200	150	-	-	2,3	8	Плотник
38	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А5)	м2	312	234	-	-	3,7	8	Плотник
39	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А8)	м2	82	61,5	-	-	1,0	8	Плотник
40	Монтаж строительных лесов (внутренняя стена А6-А8)	м2	495	371,3	-	-	5,8	8	Плотник
41	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А7)	м2	72	54	-	-	0,8	8	Плотник
42	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А6)	м2	82	61,5	-	-	1,0	8	Плотник
43	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А5)	м2	96	72	-	-	1,1	8	Плотник
44	Монтаж строительных лесов (наружная стена А4-А5)	м2	200	150,0	-	-	2,3	8	Плотник
45	Монтаж строительных лесов (наружная стена А5-А6)	м2	228	171	-	-	2,7	8	Плотник
46	Монтаж строительных лесов (внутренняя стена А4-А5)	м2	234	175,5	-	-	2,7	8	Плотник
47	Снятие кровли с башни А6	1000кг	4,941	49,4	-	1,7	1,0	6	Квалифицированные работники



## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

48	Перфорация цельного кирпича	штук	16	19,8	-	-	1,2	2	Квалифицированные работники
49	Установка стяжных болтов	1000кг	1,163	46,5	-	-	1,5	4	Квалифицированные работники
50	Инъектирование раствора в зону перфорации	штук	16	6,9	-	-	0,4	2	Квалифицированные работники
51	Удаление растительности путем нанесения биоцида (наружная стена и башни А2-А8)	м2	652	19,6	-	-	1,2	2	Неквалифицированные работники
52	Удаление растительности путем нанесения биоцида (внешняя стена и башни А6-А4)	м2	670	20,1	-	-	1,3	2	Неквалифицированные работники
53	Удаление растительности путем нанесения биоцида (внутренняя стена и башни А6-А4)	м2	10	0,3	-	-	0,0	2	Неквалифицированные работники
54	Удаление растительности путем нанесения биоцида (внешняя стена и башни А2-А8)	м2	325	9,8	-	-	0,6	2	Неквалифицированные работники
55	Удаление растительности путем нанесения биоцида (внутренняя стена и башни А2-А8)	м2	290	8,7	-	-	0,5	2	Неквалифицированные работники
56	Тангенциальная пескоструйная обработка (с системой типа IOS), работающая на сжатом воздухе, с регулируемым рабочим давлением, сменным штуцером, установленным на ручке или пистолете. (внешние башни и кладка)	м2	2112	760,32	пескоструйная установка	0,1	15,8	6	Квалифицированные работники
57	Тангенциальная пескоструйная обработка (с системой типа IOS), работающая на сжатом воздухе, с регулируемым рабочим давлением, сменным штуцером, установленным на ручке или пистолете. (внутренние башни и кладка)	м2	1158	416,88	пескоструйная установка	0,1	8,7	6	Квалифицированные работники

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

58	Перфорация стенки на всю ее толщину с диаметром отверстий 4-5 см и установки стального арматурного прутка Ø16 мм	штук	4	5	-	-	0,3	2	Квалифицированные работники
59	Инъектирование армированного волокном гидравлического известкового раствора	штук	4	1,7	-	-	0,1	2	Квалифицированные работники
60	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип А (внешняя стена и башни А8-А6)	м2	130	2288	-	-	14,3	20	Квалифицированные работники
61	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип А (внешняя стена и башни А6-А4)	м2	191	3361,6	-	-	21,0	20	Квалифицированные работники
62	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внешняя стена и башни А8-А6)	м2	212	3731,2	-	-	23,3	20	Квалифицированные работники
63	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внешняя стена и башни А6-А4)	м2	25	440	-	-	2,8	20	Квалифицированные работники
64	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внутренняя стена и башни А8-А6)	м2	100	1760	-	-	11,0	20	Квалифицированные работники
65	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внутренняя стена и башни А6-А4)	м2	87	1531,2	-	-	9,6	20	Квалифицированные работники
66	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип С (внешняя стена и башни А8-А6)	м2	52	884	-	-	5,5	20	Квалифицированные работники
67	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип С (внешняя стена и башни А6-А4)	м2	81	1377	-	-	8,6	20	Квалифицированные работники
68	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип С (внутренняя стена и башни А8-А6)	м2	15	225	-	-	1,4	20	Квалифицированные работники

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

69	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип С (внутренняя стена и башни А6-А4)	м2	82	1394	-	-	8,7	20	Квалифицированные работники
70	Восстановительные мероприятия в соответствии с картированием типов разрушения А+В+С (башня А4)	м2	60	1020	-	-	6,4	20	Квалифицированные работники
71	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внешние башни А8-А6)	м	29,1	203	-	-	1,3	20	Квалифицированные работники
72	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внешние башни А6-А4)	м	19,1	133,7	-	-	1,7	10	Квалифицированные работники
73	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внутренние А8-А6)	м	4	28	-	-	0,4	10	Квалифицированные работники
74	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внутренние А6-А4)	м	6,5	45,5	-	-	0,6	10	Квалифицированные работники
75	Заполнение пустот, влияющих на состояние стен (наружная кладка А6-А4)	м3	1,68	11,8	-	-	0,1	10	Квалифицированные работники
76	Заполнение пустот, влияющих на состояние стен (внутренние А6-А4)	м3	1,92	13,4	-	-	0,2	10	Квалифицированные работники
77	Реконструкция поверхности по методике "scusi-cuci" облицовки стен сплошным кирпичом (кладка стен А4-А5)	м2	5,31	93,5	-	-	0,6	20	Квалифицированные работники
78	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (наружная стена и башни А8-А6)	м2	117	421,2	-	-	3,5	15	Квалифицированные работники

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

79	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (наружная стена и башни А6-А4)	м2	65	234	-	-	2,0	15	Квалифицированные работники
80	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (внутренняя стена и башни А8-А6)	м2	77	277,2	-	-	2,3	15	Квалифицированные работники
81	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (внутренняя стена и башни А6-А4)	м2	340	1224	-	-	10,2	15	Квалифицированные работники
82	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (наружная стена и башни А8-А6)	м2	117	1053	-	-	8,8	15	Квалифицированные работники
83	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (наружная стена и башни А6-А4)	м2	65	585	-	-	4,9	15	Квалифицированные работники
84	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (внутренняя стена и башни А8-А6)	м2	77	693	-	-	5,8	15	Квалифицированные работники
85	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (внутренняя стена и башни А6-А4)	м2	60	540	-	-	4,5	15	Квалифицированные работники
86	Снятие кровельного покрытия с зубчатых стен между башнями А4-А6	м2	33,75	29,7	-	-	0,9	4	Квалифицированные работники
87	Снятие кровельного покрытия с зубчатых стен между башнями А6-А8	м2	36,45	32,076	-	-	1,0	4	Квалифицированные работники
88	Отслаивание внутренней или внешней штукатурки любого типа нанесения (Кладка А4-А5)	м2	140	350	-	-	2,2	20	Квалифицированные



## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

									ные работник и
89	Покрытие терракотовой черепицей зубчатых стен между башнями А4-А6	м2	33,75	49,275	-	-	1,5	4	Квалифи цирован ные работник и
90	Покрытие терракотовой черепицей зубчатых стен между башнями А6-А8	м2	36,45	53,217	-	-	1,7	4	Квалифи цирован ные работник и
91	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А6	м3	24,44	1588,6	-	-	19,9	10	Квалифи цирован ные работник и
92	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А6	м2	238,4	348,1	-	-	4,4	10	Квалифи цирован ные работник и
93	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А8)	м2	336	252	-	-	3,9	8	Плотник
94	Демонтаж строительных лесов (внешняя стена А7-А8)	м2	540	405	-	-	6,3	8	Плотник
95	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А7)	м2	325	243,8	-	-	3,8	8	Плотник
96	Демонтаж строительных лесов (внешняя стена А6-А7)	м2	480	360	-	-	5,6	8	Плотник
97	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А6)	м2	434	325,5	-	-	5,1	8	Плотник
98	Демонтаж строительных лесов (наружная стена А5-А6)	м2	200	150	-	-	2,3	8	Плотник
99	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А5)	м2	312	234	-	-	3,7	8	Плотник
100	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А8)	м2	82	61,5	-	-	1,0	8	Плотник
101	Демонтаж строительных лесов (внутренняя стена А6-А8)	м2	495	371,3	-	-	5,8	8	Плотник
102	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А7)	м2	72	54	-	-	0,8	8	Плотник
103	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А6)	м2	82	61,5	-	-	1,0	8	Плотник
104	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А5)	м2	96	72	-	-	1,1	8	Плотник
105	Очистка и восстановление дренажного канала	м3	5,5	7,5	-	-	0,2	4	Смешанн ая команда
106	Механическая инверсия наклона почвы	100м2	7,5	-	погруз чик с боков ым поворо том	0,125	0,9	1	Смешанн ая команда

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

107	Новый дренажный канал	м	60	34,8	-	-	1,1	4	Смешанная команда
108	Ландшафтные работы	%	2	661,9	-	-	10,3	8	Смешанная команда
109	Непредвиденные работы	%	15	4964	-	-	41,4	15	Смешанная команда
110	Приемо-сдаточные работы	%	1	330	-	-	20,6	2	Инженер
Четвертая фаза работ (стена А4-А2, стена А2-А8 усилительные работы, башня А3,А2,А1)									
111	Подготовительные работы	%	5	2533,1	-	-	21,1	15	Смешанная команда
112	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А1)	м2	403	302,3	-	-	3,8	10	Плотник
113	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А2)	м2	525	393,8	-	-	4,9	10	Плотник
114	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А3)	м2	276	207,0	-	-	2,6	10	Плотник
115	Монтаж строительных лесов (внешняя стена А1-А2)	м2	232	174,0	-	-	2,2	10	Плотник
116	Монтаж строительных лесов (наружная стена А2-А3)	м2	296	222,0	-	-	2,8	10	Плотник
117	Монтаж строительных лесов (наружная стена А3-А4)	м2	320	240,0	-	-	3,0	10	Плотник
118	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А1)	м2	96	72,0	-	-	0,9	10	Плотник
119	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А2)	м2	79	59,3	-	-	0,7	10	Плотник
120	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А3)	м2	72	54,0	-	-	0,7	10	Плотник
121	Монтаж строительных лесов (внутренняя стена А8-А2)	м2	360	270	-	-	3,4	10	Плотник
122	Монтаж строительных лесов (внутренняя стена А2-А4)	м2	528	396	-	-	5,0	10	Плотник
123	Монтаж строительных лесов (внешняя башня А4)	м2	462	346,5	-	-	4,3	10	Плотник
124	Монтаж строительных лесов (внутренняя Башня А4)	м2	82	61,5	-	-	0,8	10	Плотник
125	Удаление растительности путем нанесения биоцида (наружная стена и башни А4-А2)	м2	330	9,9	-	-	0,6	2	Смешанная команда
126	Удаление растительности путем нанесения биоцида (внутренняя стена и башни А6-А4)	м2	10	0,3	-	-	0,0	2	Смешанная команда
127	Удаление растительности путем нанесения биоцида (внутренняя стена и башни А4-А2)	м2	142	4,3	-	-	0,3	2	Смешанная команда
128	Тангенциальная пескоструйная обработка (с системой типа JOS), работающая на сжатом воздухе, с регулируемым рабочим давлением, сменным шлангом, установленным на ручке или пистолете. (внешние	м2	2112	760,32	-	-	15,8	6	Смешанная команда

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

	башни и кладка)								
129	Тангенциальная пескоструйная обработка (с системой типа JOS), работающая на сжатом воздухе, с регулируемым рабочим давлением, сменным штуцером, установленным на ручке или пистолете. (внутренние башни и кладка)	м2	1158	416,88	-	-	8,7	6	Смешанная команда
130	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип А (внешняя стена и башни A2-A8)	м2	237	4171,2	-	-	26,1	20	Смешанная команда
131	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип А (внешняя стена и башни A4-A2)	м2	265	4664	-	-	29,2	20	Смешанная команда
132	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип А (внутренняя стена и башни A4-A2)	м2	127	2235,2	-	-	14,0	20	Смешанная команда
133	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внешняя стена и башни A2-A8)	м2	92	1619,2	-	-	10,1	20	Смешанная команда
134	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внешняя стена и башни A4-A2)	м2	135	2376	-	-	14,9	20	Смешанная команда
135	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внутренняя стена и башни A2-A8)	м2	77	1355,2	-	-	8,5	20	Смешанная команда
136	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип В (внутренняя стена и башни A4-A2)	м2	150	2640	-	-	16,5	20	Смешанная команда
137	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип С (внешняя стена и башни A2-A8)	м2	5	85	-	-	0,5	20	Смешанная команда
138	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип С (внутренняя стена и башни A2-A8)	м2	19	323	-	-	2,0	20	Смешанная команда
139	Реставрационные мероприятия в соответствии с картированием разрушения Тип С (внутренняя стена и башни A4-A2)	м2	90	1530	-	-	9,6	20	Смешанная команда

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

140	Восстановительные мероприятия в соответствии с картированием типов разрушения A+B+C (башня A4)	м2	60	1020	-	-	6,4	20	Смешанная команда
141	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (наружные башни A2-A8)	м	24,5	171,5	-	-	2,1	10	Смешанная команда
142	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внешние башни A4-A2)	м	18,2	127,4	-	-	1,6	10	Смешанная команда
143	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внешняя B1)	м	4,2	29,4	-	-	0,4	10	Смешанная команда
144	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внешняя B7-A)	м	9,2	64,4	-	-	0,8	10	Смешанная команда
145	Укрепление структурных трещин с предварительной герметизацией глубоких трещин гидравлическим известковым раствором и заполнителями (внутренние A6-A4)	м	6,5	45,5	-	-	0,6	10	Смешанная команда
146	Заполнение пустот, влияющих на состояние стен (наружная кладка A4-A2)	м3	0,86	6,02	-	-	0,4	2	Смешанная команда
147	Заполнение пустот, влияющих на состояние стены (кладка B7-D)	м3	2,45	17,15	-	-	1,1	2	Смешанная команда
148	Реконструкция поверхности по методике "scuci-cuci" облицовки стен сплошным кирпичом (башня A2 в направлении к A3)	м2	52,5	924	-	-	11,6	10	Смешанная команда
149	Реконструкция поверхности по методике "scuci-cuci" облицовки стен сплошным кирпичом (башня B1, кладка B7-F)	м2	200	3520	-	-	22,0	20	Смешанная команда
150	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (наружная стена и башни A2-A8)	м2	97	349,2	-	-	2,2	20	Смешанная команда
151	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках	м2	175	630	-	-	3,9	20	Смешанная команда



## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

	(наружная стена и башни А4-А2)								
152	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (внутренняя стена и башни А2-А8)	м2	200	720	-	-	4,5	20	Смешанная команда
153	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных стыках (внутренняя стена и башни А4-А2)	м2	101	363,6	-	-	2,3	20	Смешанная команда
154	Реконструкция швов путем зачистки старых растворов. Вмешательства на недавно отремонтированных швах (башня В1)	м2	10	36	-	-	0,2	20	Смешанная команда
155	Восстановление швов существующей кладки стен подходящим раствором	м2	180,43	703,677	-	-	4,4	20	Смешанная команда
156	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (наружная стена и башни А2-А8)	м2	97	873	-	-	5,5	20	Смешанная команда
157	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (наружная стена и башни А4-А2)	м2	175	1575	-	-	9,8	20	Смешанная команда
158	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (внутренняя стена и башни А2-А8)	м2	200	1800	-	-	11,3	20	Смешанная команда
159	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (внутренняя стена и башни А4-А2)	м2	101	909	-	-	5,7	20	Смешанная команда
160	Нанесение штукатурки (античная патина) на всех внутренних и внешних стеновых конструкциях (известь, гидравлическая известь, кирпич, камень) (Башня В1)	м2	10	90	-	-	0,6	20	Смешанная команда

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

161	Снятие кровельного покрытия с зубчатых стен между башнями А3-А4	м2	25,65	22,6	-	-	0,7	4	Смешанная команда
162	Снятие кровельного покрытия с зубчатых стен между башнями А8-А2	м2	39,15	34,452	-	-	1,1	4	Смешанная команда
163	Каменная кладка на зубчатых стенах	м3	10,62	239	-	-	3,7	8	Квалифицированные работники
164	Бетонная стяжка зубчатых стен и фундаментов зубчатых стен	м2	70,8	77,9	-	-	1,2	8	Квалифицированные работники
165	Покрытие терракотовой черепицей зубчатых стен между башнями А3-А4	м2	25,65	37,449	-	-	1,2	4	Смешанная команда
166	Покрытие терракотовой черепицей зубчатых стен между башнями А8-А2	м2	39,15	57,2	-	-	1,8	4	Смешанная команда
167	Снятие кровли с башни А4	1000кг	4,941	49,41	-	-	1,5	4	Смешанная команда
168	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А2	м3	24,44	1588,6	-	-	19,9	10	Смешанная команда
169	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А2	м2	238,4	348,064	-	-	4,4	10	Смешанная команда
170	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А3	м3	24,44	1588,6	-	-	19,9	10	Смешанная команда
171	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А3	м2	238,4	348,064	-	-	4,4	10	Смешанная команда
172	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А4	м3	24,44	1588,6	-	-	19,9	10	Смешанная команда
173	Установка новой деревянной конструкции для крыши - Башня А4	м2	238,4	348,064	-	-	4,4	10	Смешанная команда
174	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А1)	м2	403	302,3	-	-	4,7	8	Смешанная команда
175	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А2)	м2	525	393,8	-	-	6,2	8	Смешанная команда
176	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А3)	м2	276	207,0	-	-	3,2	8	Смешанная команда
177	Демонтаж строительных лесов (внешняя стена А1-А2)	м2	232	174,0	-	-	2,7	8	Смешанная команда
178	Демонтаж строительных лесов (наружная стена А2-А3)	м2	296	222,0	-	-	3,5	8	Смешанная команда
179	Демонтаж строительных лесов (наружная стена А3-А4)	м2	320	240,0	-	-	3,8	8	Смешанная команда
180	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А1)	м2	96	72,0	-	-	1,1	8	Смешанная команда

## Пояснительная записка к детализированному техническому проекту

181	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А2)	м2	79	59,3	-	-	0,9	8	Смешанная команда
182	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А3)	м2	72	54,0	-	-	0,8	8	Смешанная команда
183	Демонтаж строительных лесов (внутренняя стена А8-А2)	м2	360	270	-	-	4,2	8	Смешанная команда
184	Демонтаж строительных лесов (внутренняя стена А2-А4)	м2	528	396	-	-	6,2	8	Смешанная команда
185	Демонтаж строительных лесов (внешняя башня А4)	м2	462	346,5	-	-	5,4	8	Смешанная команда
186	Демонтаж строительных лесов (внутренняя Башня А4)	м2	82	61,5	-	-	1,0	8	Смешанная команда
187	Монтаж перильных ограждений между башнями А3-А2-А1	кг	1260	264,6	-	-	5,5	6	Смешанная команда
188	Монтаж перильных ограждений на башне А3	кг	820	172,2	-	-	0,9	25	Смешанная команда
189	Установка перильных ограждений между башнями А3-А4-А5	кг	1620	340,2	-	-	2,8	15	Смешанная команда
190	Монтаж перильных ограждений на башне А3	кг	234	49,14	-	-	0,4	15	Смешанная команда
191	Установка перильных ограждений между башнями А5-А6-А1	кг	2826	593,46	-	-	4,9	15	Смешанная команда
192	Монтаж перильных ограждений на башне А1	кг	792	166,32	-	-	1,4	15	Смешанная команда
193	Монтаж перфорированной панели между башнями А3-А2-А1	кг	1008	211,68	-	-	1,8	15	Смешанная команда
194	Монтаж перфорированной панели на башне А3	кг	662,4	139,104	-	-	1,2	15	Смешанная команда
195	Установка перфорированной панели между башнями А3-А4-А5	кг	1296	272,16	-	-	2,3	15	Смешанная команда
196	Монтаж перфорированной панели на башне А3	кг	187,2	39,312	-	-	0,3	15	Смешанная команда
197	Установка перфорированной панели между башнями А5-А6-А1	кг	2260,8	474,768	-	-	4,0	15	Смешанная команда
198	Монтаж перфорированной панели на башне А1	кг	792	166,32	-	-	1,4	15	Смешанная команда
199	Ландшафтные работы	%	2	1013,2	-	-	9,0	14	Смешанная команда
200	Непредвиденные работы	%	15	7599,3	-	-	63,3	15	Смешанная команда
201	Приемо-сдаточные работы	%	1	501,6	-	-	31,4	2	Инженер

## 8.2.5 Единицы хранения

Сроком хранения материалов считается:

- Для открытых складов 3-5 суток
- Для закрытых складов 10-15 дней

Расчет складских помещений на месте зависит от количества складываемого материала, которое рассчитывается по формуле:

$$Q_{rez} = \left( \frac{Q_{tot}}{T} \right) \cdot \alpha \cdot n \cdot k \text{ (m}^2, \text{m}^3\text{)}$$

где  $Q_{tot}$  - представляет собой общее количество материала,

$T$  - срок использования материала,

$\alpha$  - коэффициент неритмичности обеспеченности материальными ресурсами на складе,

$n$  - продолжительность хранения материальных ресурсов на складе с учетом способа хранения

$k$  - коэффициент неритмичного расхода материальных ресурсов

Зная запас материалов на складе, можно найти полезную площадь складов строительной площадки:

$$A_u = \frac{Q_{rez}}{q}$$

где  $q$  - норма накопления на 1 м<sup>2</sup> поверхности. Итак, реальные поверхности отложений материала на площадке можно рассчитать по следующей зависимости:

$$A_{real} = \frac{A_u}{\beta}$$

где  $\beta$  - коэффициент, учитывающий использование складской площади и проход между складами.

Учитывая все обстоятельства, общий объем и размер хранилища указаны в таблице ниже:

Таблица 2 Единицы хранения

№	Название хранилища	Размеры (m)	Площадь (m <sup>2</sup> )	Тип хранения
1	Хранение рабочих инструментов	12 x 4	48	Закрытый
2	Сортированная сталь	12 x 4	48	Открытый
3	Хранение кирпича	2 x (12 x 6)	144	Открытый
4	Хранение строительных лесов	2 x (12 x 4)	96	Открытый
5	Хранение вертикальных стоек	12 x 4	48	Открытый
6	Местное хранилище материалов	2 x (12 x 4)	96	Открытый

#### 8.2.6 Число работников

Максимальное количество рабочих на стройке 30 человек. Максимальное количество человек на объекте вычисляется следующим образом:

$$N = \frac{N_{max}}{85\%} \cdot 100\% = 36 \text{ (рабочих)}$$

Из 100% общего количества человек на объекте, 85 % являются рабочими; 8%- являются бригадирами и менеджерами объекта; 5%- вспомогательный персонал; и 2%- охранный персонал.



$$N_{st} = 8 \cdot 0.36 = 3 \text{ (человек)}$$

$$N_{as} = 5 \cdot 0.36 = 2 \text{ (человек)}$$

$$N_s = 2 \cdot 0.36 = 1 \text{ (человек)}$$

Общее количество рабочих на объекте составляет:

$$N_{tot} = (N_w + N_{st} + N_{as} + N_s) \cdot k = (30 + 3 + 2 + 1) \cdot 1.05 = 38 \text{ (рабочих)}$$

Таблица 3 Число контейнеров на объекте [4]

№	Имя	К-во работников	Количество рабочих, использующих контейнеры, %	Площадь, $m^2$		Размер контейнера
				Единиц	Всего	
1	2	3	4	5	6	7
<b>А. Обслуживающий блок</b>						
1	Блок для бригадира и начальника объекта	3	100	3	9	6 x 2.4 x 2.9
2	Блок для отдыха	36	100	0,75	27	3 x (6 x 2.4 x 2.9)
3	Диспетчерская	1	100	7	7	6 x 2.4 x 2.9
<b>В. Промышленный блок</b>						
4	Раздевалка	36	70	0,7	17,64	3 x (6 x 2.4 x 2.9)
5	Умывальник и душевые кабины	36	70	0,6	15,1	3 x (6 x 2.4 x 2.9)
6	Помещение для обогрева и сушки одежды	36	40	0,2	2,88	6 x 2.4 x 2.9
7	Пищеблок	36	100	1	36	3 x (6 x 2.4 x 2.9)
8	Медицинский пункт	1	100	7	7	6 x 2.4 x 2.9
9	Туалет	36	100	0,1	3,6	-

### 8.2.7 Техничко-экономические показатели

Таблица 4.4 Таблица технико-экономических показателей

№	Наименование показателя	ЕИ	Площадь
1	Общая площадь объекта	$m^2$	3920
2	Общая площадь временной площадки (башня ВЗ и водонапорная башня)	$m^2$	2880
3	Площадь временных единиц / сооружений	$m^2$	370
4	Складская площадь	$m^2$	528
5	Длина: - Электрической сети - Водопроводной сети - Канализационной сети - Подъездная дорога	$m$	510 350 95 630
6	Строительные леса для: - Первой фазы - Второй фазы	$m^2$	240 110 3090

	- Третьей фазы		3750
	- Четвертой фазы		

### 8.2.8 Правила техники безопасности и охраны труда, охраны окружающей среды и противопожарной защиты

Все работы, выполняемые на объекте, должны соответствовать требованиям, предусмотренным национальным нормативным документом NCM A. 08. 02-2014 "Securitatea și sănătatea muncii în construcții". [Охрана здоровья и безопасность труда в строительстве]

#### *8.2.8.1 Общие указания*

- Перед началом работы все участники должны пройти обучение технике безопасности и охране труда на рабочем месте. Обучение должно включать в себя::
  - Проведение строительных работ на каждом этапе.
  - Правила техники безопасности труда, касающиеся организации рабочего места для выполнения работ.
  - Правила пожарной безопасности на объекте.
  - Подготовка к началу работы.
  - Поддержание порядка и чистоты на рабочем месте.
  - Подготовка к завершению работы.
- В дополнение к этим общим правилам, необходимо также принять ряд мер на месте для обеспечения рабочим надлежащих санитарных условий, а также приобретения необходимого защитного снаряжения: защитных очков, ремней безопасности, защитных шлемов, спецодежды.
- Все рабочие, выполняющие строительные работы, должны ознакомиться с типовыми инструкциями по категориям профессиональных специализаций, разработанными и утвержденными в компании.
- При выполнении работ все работники должны быть оснащены индивидуальными и коллективными средствами защиты (шлемы, ремни безопасности, страховочные тросы, защитные ограждения и др.). При работе на высоте все рабочие должны быть пристегнуты ремнями безопасности к несущим элементам здания (в заранее предусмотренных местах).
- Организация строительной площадки, рабочих зон и рабочих мест должна обеспечивать охрану труда на всем протяжении исполнения работ. Дороги, переходы и рабочие места должны регулярно очищаться, а зимой дороги необходимо посыпать соленым песком или шлаком.
- По всей длине ограждения, с интервалом не более 30 м, должны быть размещены предупреждающие знаки "Внимание - опасный участок!"
- Строительный мусор от строящихся блоков и строительных лесов должен быть спущен на землю по желобам и храниться до вывоза в закрытых ящиках или контейнерах. Нижний конец желоба должен располагаться на высоте не более 1 м от поверхности земли или от поверхности контейнеров.

## 8.2.8.2 Требования в области охраны окружающей среды

В целях обеспечения охраны окружающей среды и контроля за природопользованием при проведении строительно-монтажных работ подрядчик и (или) субподрядные организации обязаны::

- осуществлять складирование строительных отходов в местах, предусмотренных проектом, с последующей их отгрузкой и захоронением в городских карьерах.
- эвакуировать строительный мусор с верхних этажей по спусковым желобам.
- оказывать максимальную поддержку содержанию зеленых зон (деревья, кустарники и т. д.).
- производить мойку колес транспортных единиц, которые будут выезжать с территории участка

## 8.2.8.3 Противопожарные мероприятия

- На территории строительной площадки должны быть размещены противопожарные щиты, имеющие следующий комплект противопожарного инвентаря: топор 2 шт.; - огнетушитель 2 шт.; - багор с крюком 2 шт.; - бак для воды объемом 200 л; ящик с песком -1 шт.
- Временные здания и сооружения оборудуются огнетушителями, работники обучаются мерам противопожарной защиты на рабочих местах и на стройплощадках.
- Все дороги и пути к проектируемым пожарным гидрантам должны быть в рабочем состоянии и свободны для проезда, а также должны быть освещены в ночное время. Строительная площадка и строящееся здание должны содержаться в чистоте.
- Запрещается сжигать стружку; курение допускается только в специально отведенных местах, запрещается хранить легковоспламеняющиеся и легкоплавкие жидкости в открытой упаковке, а также изоляционный материал, ветошь и волокнистые материалы вместе с легковоспламеняющимися веществами.

Таблица 5 Противопожарный щит

Индикатор пожарного гидранта	Панель пожарного инвентаря
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Бочка с водой 250 литров</li> <li>- Ведро красного цвета 2 шт.</li> <li>- Огненная песочница 2 шт.</li> <li>- Лом лопата 2 шт.</li> <li>- Топор 2 шт.</li> <li>- Железный огневой багор 2 шт.</li> <li>- Огнетушитель 2 шт.</li> </ul>

#### 8.2.8.4 Ссылки

1. NCM A.07.02-2012 " Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации для строительных работ”
2. NCM A.08.02-2014 "Охрана здоровья и безопасность труда в строительстве".
3. Директива совета 92/57 / ЕЕС от 24 июня 1992 года Об осуществлении минимальных требований безопасности и гигиены труда на временных и передвижных строительных площадках
4. СР А.08.06:2014 "Инструкции по разработке проектов организации строительства”

<http://www.containex.ro/-/m/images/ctx/pdf-ctx/technische-beschreibungen/technische-beschreibung-bmsaga.ashx>