



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENGINYERIA EN EDIFICACIÓ PROJECTE FINAL DE GRAU

**NOVA METOLOGIA QUANTITATIVA D'AVALUACIÓ DE RISCOS DE
SEGURETAT ESPECÍFICA PEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓ**

Projectista: Jordi Nolla Magriñá
Projectista: Álvaro Joaquín Pérez Delgado
Director: Jesús Abad Puente
Convocatòria: Juny del 2010

ABSTRACT

This document presents a methodological proposal based on the risk quantification, in order to be developed with scientific rigor but simplified in the security risk assessment in the construction sector.

The aim is to be closer to an inquiry procedure, which seeks in its specific points of compromise between flexibility and standardization, with the objective to get a risk classification score.

With the identification of the observed risks, a group of variables are defined using simple mathematical and statistical tools, which provide a numerical risk assessment. Therefore, a better approximation in the risk estimation is possible with the use of a quantitative scale for the different factors that are considered work study.

Therefore, recognizing the subjective component of any risk assessment should not necessarily bring us to take a cultural relativism which prevents taking a technical standard decision making. So, thanks to this methodology, not only it is possible to approach objectively to the risk study and use the results of this assessment to improve the technical evaluation process but optimize next decisions in the preventive field.

Through the comparison made with various risk assessments Health and Safety Plans, has showed its strength, not only in the homogeneity of the results, but in its criteria and meaning.

RESUM

Aquest document presenta una proposta metodològica basada en la quantificació del risc, amb la finalitat de penetrar amb rigor científic però de manera simplificada en l'avaluació dels riscos de seguretat en el sector de la construcció.

El que es proposa s'aproxima més a un procediment d'investigació, que busca en la seva especificitat punts de compromís entre la flexibilitat i la estandardització, amb la intenció d'obtenir una puntuació per a classificar els riscos.

Partint d'una identificació del riscs observats, es defineixen una sèrie de variables que, mitjançant eines matemàtiques i estadístiques senzilles, proporcionen una avaluació numèrica del risc. D'aquesta manera, adoptar una escala quantitativa per als diferents factors que es consideren a l'estudi permet treballar amb valors intermedis per tal d'aconseguir una estimació més aproximada del risc.

Així doncs, reconèixer el component subjectiu de tota avaluació de riscos, no ens ha d'acostar necessàriament a un relativisme cultural que impedeixi disposar d'una norma tècnica per prendre decisions. Així, gràcies a aquesta metodologia, és possible abordar l'estudi del risc d'una manera objectiva i usar els resultats d'aquesta valoració per a enriquir el procés d'avaluació tècnica i optimitzar les decisions posteriors en matèria preventiva. A través de la comparativa realitzada amb diverses avaluacions de riscos de Plans de Seguretat i Salut, s'ha demostrat la seva solidesa, tant en l'homogeneïtat dels resultats obtinguts com en el seu criteri i significat.

INDEX

1. INTRODUCTION AND OBJECTIVES / INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS	5
2. MARC TEÒRIC	7
2.1. CONCEPTE DE RISC	7
2.2. METODOLOGIES D'AVUACIÓ DE RISCOS	8
2.2.1. CLASSIFICACIÓ GENERAL	8
2.2.2. MÈTODES GENERALS O SIMPLIFICATS D'AVUACIÓ DE RISCOS	9
2.2.2.1. VALORACIÓ SIMPLE O MÈTODE A, B, C	10
2.2.2.2. MÈTODES BINARIS	10
2.2.2.2.1. Mètode Binari de l'INSHT.	10
2.2.2.2.2. Mètode Simplificat d'avaluació de riscos: NTP 330	12
2.2.2.2.3. Metodologia de la Generalitat de Catalunya	16
2.2.2.3. MÈTODE W. FINE	17
2.2.2.4. MÈTODES DE MÉS DE TRES FACTORS	20
2.2.2.4.1. Mètode Steel	20
2.2.2.4.2. Mètode Strohm i Opheim	20
2.2.3. MÈTODES COMPLEXES D'AVUACIÓ DE RISCOS	20
2.2.3.1. MÈTODES QUALITATIUS	20
2.2.3.1.1. Mètodes específics per a riscos majors o greus	20
2.2.3.1.2. Mètodes específics per al càlcul de risc d'incendi	21
2.2.3.2. MÈTODES QUANTITATIUS	22
3. PROPOSTA METODOLÒGICA	23
3.1. AVUACIÓ DE RISC (R)	23
3.1.1. PROBABILITAT (P)	23
3.1.1.1. NIVELL EXPOSICIÓ (NE)	23
3.1.1.2. NIVELL DE DEFICIÈNCIA (ND)	24
3.1.1.3. COEFICIENT DE PONDERACIÓ (a_p)	24
3.1.2. CONSEQÜÈNCIES (C)	24
3.1.2.1. NIVELL DE CONSEQÜÈNCIES (NC)	24
3.1.2.2. COEFICIENT DE PONDERACIÓ (a_c)	24
3.1.3. FÓRMULA DE CÀLCUL	25
3.2. QUANTIFICACIÓ DE VARIABLES	26
3.2.1. CRITERIS DE QUANTIFICACIÓ	26
3.2.2. PROPOSTA DE QUANTIFICACIÓ	28
3.3. EXEMPLE	42
3.4. GUIA D'APLICACIÓ PRÀCTICA DE LA METODOLOGIA	45

4. COMPARATIVA I ANÀLISI	47
4.1. CRITERIS DE COMPARACIÓ	47
4.2. OBRA 1: CONTRUCCIÓ D'EDIFICI ENTRE MITGERES	47
4.3. OBRA 2: NOVA CONSTRUCCIÓ D'UN CENTRE MÈDIC A MOLINS DE REI	49
4.4. OBRA 3: CONSTRUCCIÓ D'UNA NAU INDUSTRIAL	50
4.5. SISTEMÀTICA DE COMPARACIÓ	51
4.6. TAULES COMPARATIVES	53
4.7. COMPARATIVES CONCLUSIONS / <i>CONCLUSIONS COMPARATIVES</i>	62
5. CONCLUSIONS / CONCLUSIONS	63
6. BIBLIOGRAFIA	65
7. AGRAÏMENTS	67
8. CONTINGUT DEL CD	69
9. ANNEXOS	71

1. INTRODUCTION AND OBJECTIVES

Nowadays, accidents continue to be a human, social and economic development big problem. Among major sectors, construction is the one that presents the highest rates of accidents worldwide, and our country in this sector presents one of the highest accident rates in Europe. For most experts it is due to the characteristics of the activity, which implies a great mobility and change of scene from the beginning to the end of the work, lack of training workers because of the use of outsourcing (typical in the sector), lack of preventive culture,...

The first step in its elimination should be the identification of risks that may cause an accident at work. If it is not possible, you should evaluate them to determine the preventive measures that allow us to reduce the severity and the probability that materializes.

With the Risk Prevention Law approbation, a process of activity regulation began, especially in the construction sector where the results, despite the great legislative activity developed, have not been achieved. Therefore, it is necessary to look for other ways of research to develop new methodologies and tools to be applicable in the sector and to get the reduction of accidents and improving the quality of working life.

By this way, this project proposes a methodology equipped with a mathematical and statistical tool for practical decision making, which includes identifying and analyzing security risks in the execution of construction projects. This tool allows you to calculate a quantitative index, which informs us about the greater or lesser degree of accidents that can suffer an employee of the construction sector throughout the different phases of the life cycle of buildings: construction, durability and rehabilitation or demolition.

For validation of the method and the proposed statistical tool to support decision making, we have developed a case study of contrasting results with a risk assessment carried out previously by other methods, which has justified its sensitivity and efficiency.

1. INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

Els accidents de treball continuen presentant avui dia un gran problema humà, social i econòmic. Entre els grans sectors, és la construcció el que presenta un dels índexs més elevats d'accidentalitat a tot el món, i el nostre país presenta en aquest sector un dels índexs d'accidentalitat més alts d'Europa. Per a la majoria dels experts es deu a les característiques pròpies de l'activitat, que suposa una gran mobilitat i canvis d'escenaris des del principi fins al final de l'obra, a la manca de formació professional dels treballadors, a l'elevada subcontractació que es produeix en el sector, a la manca de cultura preventiva, i un llarg etc.

La identificació dels riscos existents que poden provocar un accident laboral és el pas previ a la seva eliminació. I si això no és possible, cal avaluar-los per determinar les mesures preventives que ens permetran reduir la seva gravetat i la probabilitat que es materialitzin.

Amb l'entrada en vigor de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals, es va iniciar un procés de regulació d'aquesta matèria en totes les activitats i especialment en el sector de la construcció on els resultats, tot i la gran activitat legislativa desenvolupada, no han aconseguit els resultats esperats. Per això, es fa necessari obrir altres vies d'investigació desenvolupant noves metodologies i eines que siguin d'aplicació en el sector i que tractin d'aconseguir la disminució de l'accidentalitat i la millora de la qualitat de vida laboral.

Amb aquest objectiu, en aquest projecte es desenvolupa una metodologia dotada d'una eina estadística i matemàtica de presa de decisions eminentment pràctica, que contempla la identificació i l'anàlisi de riscos de seguretat en l'execució de projectes de construcció. Aquesta eina permet calcular quantitativament un índex, que ens informa sobre el major o menor grau d'accidentalitat que pot presentar un treballador del sector de la construcció en el conjunt de les diferents fases del cicle de vida de les edificacions: construcció, vida útil i rehabilitació o demolició. Per a la validació del mètode i de l'eina estadística proposada de suport a la presa de decisions, s'ha desenvolupat un cas pràctic de contrast de resultats amb una avaluació de riscos prèviament realitzada mitjançant altres metodologies, que ha justificat la seva sensibilitat i eficiència.

2. MARC TEÒRIC

2.1. CONCEPTE DE RISC

Existeixen diverses maneres de definir la paraula risc, ja que pren diferents connotacions en funció de la terminologia emprada. Dins la vessant laboral, podríem destacar la que realitza l'Article 4.2 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals en el seu primer capítol, que el defineix com la possibilitat que un treballador pateixi un determinat dany derivat del treball.

Conceptualment, el risc s'avalua sota dues variables, la probabilitat i les conseqüències més probables. El producte d'aquestes dues variables es coneix com a magnitud del risc. A més, l'agent causant del risc també proporciona informació per a poder avaluar-lo amb més profunditat.

La probabilitat, que indica si és fàcil o no que el risc es materialitzi en les condicions existents, es valora tenint en compte les mesures de prevenció existents i la seva adequació als requisits legals, a les normes tècniques i als codis sobre pràctiques correctes. L'expectativa d'ocurrència d'un incident pot ser estimada, a més de la seva probabilitat, a través de la freqüència.

La severitat es valora sobre la base de les conseqüències més probables d'accident o malaltia professional i ens informa sobre el possible dany que el treballador pot patir si el risc es materialitza. La determinen les parts del cos afectades i la naturalesa de la lesió.

Així, l'avaluació de riscos és el procés que permet calcular la freqüència i la magnitud d'aquells riscos que no s'hagin pogut evitar, obtenint la informació necessària per prendre decisions apropiades sobre la necessitat i el tipus de mesures preventives que s'han d'adoptar.

El procés està format per les següents etapes:

- Anàlisi del risc: Permet identificar el perill i fer una estimació del risc, tenint en compte la probabilitat i les conseqüències que es materialitzi el perill. Ens informa quina magnitud pot tenir el risc.
- Valoració del risc: Es compara el valor del risc obtingut amb el valor del risc tolerable, i s'emet un judici sobre la tolerabilitat del risc en qüestió.

Si de l'avaluació del risc es dedueix que el risc no és tolerable, s'ha de controlar el risc. Al procés conjunt d'avaluació del risc i control del risc se sol denominar Gestió del risc. El resultat d'una avaluació de riscos ha de servir per fer un inventari d'accions, a fi de dissenyar, mantenir o millorar el control dels riscos. És necessari comptar amb un bon procediment per planificar la implantació de les mesures de control que siguin precises després de l'avaluació. Una vegada identificats i valorats els riscos, decidirem sobre quins hem d'actuar en primer lloc: a aquest procés el denominem prioritització.

Les diferents metodologies d'avaluació de riscos existents comprenen una revisió dels riscos potencials, des d'incidents freqüents de baixes conseqüències fins a greus incidents poc comuns, utilitzant diferents sistemàtiques. Un cop identificats els processos de risc, la seva avaluació pot ajudar a centrar els estudis del seu control. Els participants del risc poden ser identificats, i es poden fer recomanacions i prendre decisions pel que fa a mesures correctives.

2.2. METODOLOGIES D'AVALUACIÓ DE RISCOS

2.2.1. CLASSIFICACIÓ GENERAL

La terminologia que es fa servir en les avaluacions de riscos és molt variada i està poc estandarditzada. Així, existeixen diverses classificacions per a les metodologies d'avaluació.

En primer terme, es poden classificar en metodologies simplificades o complexes. En general, els mètodes simplificats s'utilitzen la majoria de vegades per a una primera aproximació i jerarquització dels riscos, en el context d'una avaluació general de riscos. Tanmateix, la majoria de vegades es fan servir mètodes complexes en avaluacions específiques de riscos i no en avaluacions generals.

➤ Mètodes simplificats:

- Valoració simple / Mètode ABC.
- Mètode binari (INSHT).
- Mètode William T. Fine.
- Mètodes de més de tres factors: Steel (4 factors) i Strohm/Opheim (5 factors).

➤ Mètodes complexes:

Per altra banda, si els classifiquem pel caràcter de la seva valoració, es poden classificar en:

- Mètodes qualitatiu: S'obté una estimació de tipus qualitatiu. Són específics per a riscos greus i riscos d'accident en general.
- Mètodes quantitatiu: S'obté una estimació de tipus quantitatiu.

De totes maneres, cal afegir que els mètodes quantitatiu es poden fer servir de forma qualitativa i els qualitatiu de forma semiquantitativa.

A continuació, s'exposa la classificació que planteja l'INSHT, agrupant els diferents tipus d'avaluacions de riscos en quatre grans blocs:

- ❖ Avaluacions de riscos imposades per legislació específica.
- ❖ Avaluacions de riscos per a les quals no existeix legislació específica però són establertes en normes internacionals, europees, nacionals o en guies d'Organismes Oficials o altres entitats de reconegut prestigi.
- ❖ Avaluacions de riscs que precisen mètodes especialitzats d'anàlisi:
 - Mètodes generals d'aplicació en diversos sistemes tècnics:
 - Mètode Què succeiria si?
 - Anàlisi de maneres de fallida, efectes i conseqüències (AMFEC).
 - Anàlisi funcional d'operativitat (AFO): (HAZOP-HAZAN).
 - Arbre d'errors.
 - Diagrama d'esdeveniments.

➤ Mètodes específics d'àmbit més restringit i d'aplicació més concreta:

- Índex Mond.
- Índex Dow.
- Risc intrínsec d'incendi.
- Mètode Gustav Purt.
- Mètode Gretener.
- Mètode Probit.
- Mètode d'anàlisi de fiabilitat humana.
- Mètodes immunològic-ambientals.

❖ Avaluacions generals de riscos:

Segons l'INSHT, qualsevol risc que no es trobi previst en els tres tipus d'avaluacions anteriors, es pot avaluar mitjançant un mètode general d'avaluació.

2.2.2. MÈTODES GENERALS O SIMPLIFICATS D'AVALUACIÓ DE RISCOS

Un mètode general és el més indicat per a la realització d'una avaluació inicial de riscos perquè permet tenir en compte els riscos propis de la tasca realitzada pel treballador i obtenir, si es considera oportú, una primera valoració per als riscos que tenen com a causes factors per als quals existeixen procediments específics d'avaluació.

Un procés general d'avaluació de riscos es compon de les següents etapes:

- Classificació de les activitats de treball.
- Anàlisi de riscos: Identificació de perills, estimació del risc, severitat del dany, probabilitat d'ocurrència.
- Valoració de riscos: Decidir si els riscos són tolerables.
- Pla de control de riscos.
- Revisió del Pla de control de riscos.

Una forma de classificar els diferents mètodes generals, també anomenats simplificats, és en funció del nombre de factors que utilitzen per a l'estimació del dany. Aquests mètodes són els més utilitzats i la seva classificació es mostra esquemàticament a la següent taula (*):

MÈTODE	NOMBRE DE FACTORS
Valoració simple – A, B, C	1
Mètodes binaris	2
Mètode Fine	3
Steel	4
Strohm i Opheim	5

Taula 2.1. Mètodes simplificats d'avaluació de riscos

(*) S'inclou un quadre resum de les principals metodologies simplificades a l'Annex V.

2.2.2.1. VALORACIÓ SIMPLE O MÈTODE A, B, C

És la forma més senzilla d'avaluació de riscos, ja que consisteix a classificar-los en funció d'un sol paràmetre, fent referència directa al possible dany que poden causar. D'aquesta manera:

- A: Riscos que poden causar morts, lesions molt greus amb incapacitats permanents o una gran pèrdua de béns.
- B: Riscos que poden causar lesions greus amb baixa o danys a la propietat.
- C: Riscos que poden causar lesions lleus o petits danys a la propietat.

La determinació del valor de risc és directa degut que l'estimació se simplifica al màxim. Això reflexa les seves mancances metodològiques per avaluar riscos.

2.2.2.2. MÈTODES BINARIS

2.2.2.2.1. Mètode Binari de l' Institut Nacional de Seguretat i Higiene en el Treball (INSHT). Procediment grau de risc.

Aquest mètode, proposat per l' Institut Nacional de Seguretat i Higiene en el Treball (INSHT) l'any 1996, permet determinar la importància dels riscos detectats, a efectes d'establir prioritats en l'actuació preventiva.

A diferència de l'anterior, considera que un mateix risc pot originar diverses conseqüències, gràcies en part a la intervenció de l'atzar. Manté que els riscos tenen una determinada esperança de dany, que seria un promig dels danys causats. D'aquesta manera, cadascun dels nivells de dany té associada una freqüència d'ocurrència.

Per a classificar els riscos en funció de la seva magnitud, es tenen en compte dues variables. Es valora conjuntament la probabilitat d'ocurrència i la severitat del possible dany ocasionat.

Ambdues variables es poden determinar de manera orientativa:

CONSEQÜÈNCIES	
Extremadament danyós	La gravetat del dany serà important, causant: incapacitat permanent, pèrdues humanes i abundants pèrdues materials.
Danyós	Gravetat mitja del dany: incapacitats transitòries i pèrdues materials importants.
Lleugerament danyós	Gravetat baixa no causant d'incapacitacions, podent causar lesions lleus i pèrdues materials lleus.

Taula 2.2. Grau de severitat de les conseqüències. Mètode binari (INSHT)

PROBABILITAT	
Alta	Freqüència d'ocurrència elevada.
Mitja	Freqüència ocasional.
Baixa	Escassa ocurrència.

Taula 2.3. Escala de probabilitat. Mètode binari (INSHT)

El quadre següent estima els nivells de risc d'acord a les dues variables anteriors:

GRAU DE RISC		SEVERITAT		
		Extremadament danyós	Danyós	Lleugerament danyós
PROBABILITAT	Alta	Intolerable	Important	Moderat
	Mitja	Important	Moderat	Tolerable
	Baixa	Moderat	Tolerable	Trivial

Taula 2.4. Nivell de risc en funció de la probabilitat i les conseqüències. Mètode binari (INSHT)

En funció de les esmentades variables obtindrem el corresponent Grau de Risc. El Grau de Risc és l'índex de perillositat de l'activitat avaluada i ens proporciona la informació necessària per adoptar accions i mesures de control. En resum, el Grau de Risc ens indica quan (temporització) i com (acció a adoptar) hem d'actuar sobre el risc en qüestió.

Així, es proposen les següents accions a adoptar segons el Grau de Risc:

GRAU DE RISC	ACCIÓ	TEMPORITZACIÓ
Intolerable	No s'ha de començar ni continuar el treball fins que es redueixi el risc. Si no és possible reduir el risc, fins i tot amb recursos il·limitats, s'ha de prohibir el treball.	Immediata
Important	No s'ha de començar el treball fins que s'hagi reduït el risc. Pot ser que es necessitin recursos considerables per controlar el risc. Quan el risc correspongui a una feina que s'està realitzant, s'ha de remeiar el problema en un temps inferior al dels riscos moderats.	Immediata

Moderat	S'han de fer esforços per reduir el risc, determinant les inversions precises. Les mesures per reduir el risc s'han d'implantar en un període determinat. Quan el risc moderat estigui associat amb conseqüències extremadament danyoses, es precisarà una acció posterior per tal d'establir, amb més precisió, la probabilitat de dany com a base per a determinar la necessitat de millora de les mesures de control.	Mitjana – Alta < 3 mesos
Tolerable	No es necessita millorar l'acció preventiva. Tanmateix s'han de considerar solucions més rendibles o millores que no suposin una càrrega econòmica important. Es requereixen comprovacions periòdiques per assegurar que es manté l'eficàcia de les mesures de control.	Mitjana < 6 mesos
Trivial	Es requereixen comprovacions per assegurar que es manté l'eficàcia de les mesures de control.	Baixa < 9 mesos

Taula 2.5. Valoració de riscos. Mètode binari (INSHT)

A l'hora d'avaluar el risc es pot identificar amb un dels graus de risc o bé, d'una forma més intuïtiva, assignar-li una valoració numèrica (de 0 a 5), corresponent el 0 a un risc inexistent i el 5 a un intolerable.

2.2.2.2.2. Mètode Simplificat d'avaluació de riscos: Nota Tècnica de Prevenció 330 (NTP 330 – INSHT).

De la mateixa manera que l'anterior, aquesta metodologia també realitza una estimació del risc en funció de dues variables: la probabilitat i les conseqüències. En canvi, permet quantificar la magnitud dels riscos existents i, en conseqüència, jerarquitzar racionalment la seva prioritat de correcció.

Parteix de la detecció de les deficiències existents en els llocs de treball que, juntament amb el nivell d'exposició del treballador, determinaran la probabilitat d'ocurrència d'accident. Així, a diferència de l'altre mètode binari, el nivell de probabilitat és funció del nivell de deficiència i de la freqüència o nivell d'exposició a la mateixa.

La probabilitat i la magnitud esperada de conseqüències es combinen per a obtenir una avaluació del risc associat a cada una de les esmentades deficiències.

Així, el nivell de risc (NR) és funció del nivell de probabilitat (NP) i del nivell de conseqüències (NC):

$$NR = NP \times NC$$

El nivell de deficiència (ND) relaciona els factors de risc observats amb la seva causa directa d'accident.

Per a la seva estimació es recomana l'ús de qüestionaris de revisió, continguts a la Nota Tècnica de Prevenció 324 (NTP-324), que analitzin els possibles factors de risc en cada situació.

NIVELL DE DEFICIÈNCIA	ND	SIGNIFICAT
Molt deficient	10	S'han detectat factors de risc significatius que determinen com a molt possible la generació de fallides. El conjunt de mesures preventives existents respecte el risc resulten ineficaces.
Deficient	6	S'ha detectat algun factor de risc significatiu que precisa ser corregit. L'eficàcia del conjunt de mesures preventives existents es veu reduïda considerablement.
Millorable	2	S'han detectat factors de risc de menor importància. L'eficàcia del conjunt de mesures preventives existents no es veu reduïda considerablement.
Acceptable	-	No s'han detectat anomalies destacables. El risc està controlat i no es valora.

Taula 2.6. Nivell de deficiència

El *nivell d'exposició (NE)* mesura la freqüència amb que un treballador s'exposa a un risc concret, i correspon al temps de permanència en àrees de treball.

NIVELL D'EXPOSICIÓ	NE	SIGNIFICAT
Continuada	4	Contínuament. Diverses vegades de temps prolongat durant la jornada laboral.
Freqüent	3	Diverses vegades durant la jornada laboral, encara que sigui amb temps curts.
Ocasional	2	Alguna vegada durant la jornada laboral i amb períodes curts de temps.
Esporàdica	1	Irregularment.

Taula 2.7. Nivell d'exposició. Mètode NTP 330

El *nivell de probabilitat (NP)* es determina en funció del nivell de deficiència de les mesures preventives i del nivell d'exposició al risc, i s'expressa com el producte d'ambdós:

$$NP = ND \times NE$$

		NE			
		4	3	2	1
ND	10	MA - 40	MA - 30	A - 20	A - 10
	6	MA - 24	A - 18	A - 12	M - 6
	2	M - 8	M - 6	B - 4	B - 2

Taula 2.8. Nivell de probabilitat en funció del nivell de deficiència i del nivell d'exposició

NIVELL DE PROBABILITAT	NP	SIGNIFICAT
Molt alta (MA)	40 - 24	Normalment la materialització del risc succeeix amb freqüència.
Alta (A)	20 - 10	La materialització del risc és possible que succeeixi diverses vegades.
Mitja (M)	8 - 6	El dany pot succeir alguna vegada.
Baixa (B)	4 - 2	No s'espera que es materialitzi el risc, encara que pot ésser concebible.

Taula 2.9. Nivell de probabilitat. Mètode NTP 330

El nivell de conseqüències (NC) es divideix en quatre grups, que diferencien els danys personals i els materials:

NIVELL DE CONSEQÜÈNCIES	NC	SIGNIFICAT	
		Danys personals	Danys materials
Mortal / Catastròfic	100	1 mort o més.	Destrucció total del sistema.
Molt greu	60	Lesions greus que poden ser irreparables.	Destrucció parcial del sistema.
Greu	25	Lesions amb incapacitat laboral transitòria (ILT).	Requereix aturada del procés per a efectuar reparació.
Lleu	10	Petites lesions sense hospitalització.	Reparable sense necessitat d'aturar el procés.

Taula 2.10. Nivell de conseqüències. Mètode NTP 330

Un cop s'han determinat aquests valors, ja es pot estimar el *nivell de risc (NR)*, que s'obté del producte entre el nivell de probabilitat i el nivell de conseqüències.

		NIVELL DE PROBABILITAT			
		40 - 24	20 - 10	8 - 6	4 - 2
NIVELL DE CONSEQÜÈNCIES	100	I 4000 - 2400	I 2000 - 1200	I 800 - 600	II 400 - 200
	60	I 2400 - 1440	I 1200 - 600	II 480 - 360	II 240 / III 120
	25	I 1000 - 600	II 500 - 250	II 200 - 150	III 100 - 50
	10	II 400 - 240	II 200 / III 100	III 80 - 60	III 40 / IV 20

Taula 2.11. Nivell de risc en funció de la probabilitat i les conseqüències. Mètode NTP 330

Ahora, aquest mètode estableix la prioritat de les intervencions que s'hauran de realitzar en funció del nivell de risc obtingut, d'una manera semblant a la que ens oferia l'anterior mètode binari.

NIVELL D'INTERVENCIÓ	NR	SIGNIFICAT
I	4000 - 600	Situació crítica. Correcció urgent.
II	500 - 150	Corregir i establir mesures de control.
III	120 - 40	Millorar si és possible. Seria convenient justificar la intervenció i la rendibilitat.
IV	20	No intervenir, excepte si una anàlisi més precisa ho justifica.

Taula 2.12. Nivells d'intervenció davant el risc. Mètode NTP 330

Els resultats aportats per aquest mètode són orientatius, ja que és el propi actor de l'avaluació qui determina la probabilitat, a partir de l'assignació d'un nivell de deficiència, i les conseqüències esperades. Així, es podria contrastar la informació aconseguida amb fonts més exactes com per exemple dades estadístiques d'accidentalitat.

2.2.2.3. Metodologia per a la identificació i avaluació de riscos laborals de la Generalitat de Catalunya.

Aquesta metodologia proposada per la Generalitat de Catalunya manté certes semblances amb l'anterior mètode simplificat, que l'INSHT recull a la seva NTP 330.

Primer s'ha d'efectuar una valoració de les deficiències i els factors de risc observats, així com els riscos potencials que es puguin originar, especificant si són evitables o no.

La identificació dels factors de risc es fa a través d'una taula, que classifica les possibles deficiències i factors de risc en quatre grups, en funció dels agents materials que hi intervenen. Aquests grups són:

- Locals de treball.
- Equips de treball.
- Energies i instal·lacions.
- Productes i substàncies.

La probabilitat d'ocurrència d'accident vindrà determinada per la combinació del fet anormal o desviació, fet que atura l'evolució normal de la feina, i la forma de contacte o tipus de lesió patida pel treballador, que descriu la manera com la víctima ha estat lesionada i com ha entrat en contacte amb l'objecte (agent material) que ha originat la lesió. Ambdós conceptes tenen codis assignats i es troben definits a les següents taules, respectivament.

PROBABILITAT		VALOR
Molt alta	És molt probable que es produeixi immediatament.	5
Alta	És probable que es produeixi en un període de temps curt.	4
Moderada	És probable que es produeixi a mig termini.	3
Baixa	És possible que s'arribi a produir.	2
Molt baixa	És improbable que s'arribi a produir.	1

Taula 2.13. Escala de probabilitat. Mètode de la Generalitat

SEVERITAT		VALOR
Molt alta	Pot causar la mort o gran invalidesa.	5
Alta	Pot causar lesions importants invalidants.	4
Moderada	Pot causar lesions no invalidants.	3
Baixa	Pot causar petites lesions amb baixa.	2
Molt baixa	Pot causar petites lesions sense baixa.	1

Taula 2.14. Grau de severitat de les conseqüències. Mètode de la Generalitat

Si no existeix una metodologia pròpia per a avaluar un cert risc proposa com a alternativa el Mètode Binari de l'INSHT, anteriorment descrit, que analitza el risc a través de la probabilitat d'accident i la severitat dels danys produïts.

Un cop s'han avaluat la probabilitat d'ocurrència d'accident i la potencial severitat del mateix, es pot realitzar una estimació del grau de perillositat d'una certa activitat, ja que aquest serà el producte dels dos factors anteriors. Igualment, com plantejaven els anteriors mètodes binaris, permet establir criteris de prioritat en base als graus de perillositat obtinguts.

VALOR (PxC)	GRAU DE PERILLOSITAT (GP)	PRIORITAT EN L'ACTUACIÓ
$GP \leq 5$	Molt baix	Cal corregir-lo.
$5 < GP \leq 10$	Baix	Cal corregir el més aviat possible (< 1 mes).
$10 < GP \leq 15$	Moderat	Cal corregir-lo ràpidament (< 1 setmana).
$15 < GP \leq 20$	Alt	Cal corregir-lo immediatament (< 1 dia).
$20 < GP$	Molt alt	Cal paralitzar l'activitat.

Taula 2.15. Grau de perillositat en funció de la probabilitat i les conseqüències. Mètode de la Generalitat

Per últim, s'ha de realitzar una descripció de les mesures preventives, tant dels riscos evitables com dels que no ho són, per a la seva posterior planificació.

2.2.2.3. MÈTODE W. FINE

Aquest procediment va ser previst originalment com un mètode d'avaluació matemàtica per al control de riscos amb mesures correctores d'alt cost. Permet calcular el grau de perillositat dels riscos i, en funció d'aquest, ordenar-los per la seva importància. Això ho fa obtenint una avaluació numèrica considerant tres factors: les conseqüències d'un possible accident degut a un risc, l'exposició a la causa bàsica i la probabilitat que succeeixi la seqüència d'accident.

D'aquesta manera, aquest mètode utilitza un factor d'anàlisi més que els anteriors mètodes. Els conceptes emprats són els següents:

- *Conseqüències:*

Es defineixen com el dany més greu raonablement possible, a causa del risc que es considera, incloent desgràcies personals i danys materials. S'assignen valors numèrics en funció de la següent taula:

VALOR	CONSEQÜÈNCIES
100	CATASTRÒFICA: Nombroses morts, danys per sobre de 600.000 €.
40	DESASTROSA: Diverses morts. Danys des de 300.000 a 600.000 €.
15	MOLT SERIA: Mort. Danys des de 600 a 300.000€.
7	SERIA: Lesions molt greus. Invalidesa. Danys de 600 a 60.000 €.
3	IMPORTANT: Lesions amb baixa. Danys des de 60 a 600€.
1	LLEU: Lesions sense baixa: Danys fins 60 €.

Taula 2.16. Grau de severitat de les conseqüències. Mètode Fine

- *Exposició:*

És la freqüència amb què es presenta la situació de risc. Així, el primer esdeveniment indesitjat iniciaria la seqüència de l'accident. Es valora des de "contínuament" amb 10 punts fins a "remotament" amb 0,5 punts. La valoració es realitza segons la següent llista:

VALOR	EXPOSICIÓ
10	CONTÍNUA: Moltes vegades al dia.
6	FREQÜENT: Aproximadament una vegada al dia.
3	OCASIONAL: Setmanalment.
2	POC USUAL: Mensualment.
1	RARA: Pocs cops l'any.
0,5	MOLT RARA: Anualment.
0	INEXISTENT: No es presenta mai.

Taula 2.17. Nivell d'exposició. Mètode Fine

- *Probabilitat:*

És la possibilitat que, una vegada presentada la situació de risc, s'origini l'accident. Caldrà tenir en compte la seqüència completa d'esdeveniments que desencadenen l'accident. Es valora en funció de la següent taula:

VALOR	PROBABILITAT
10	QUASI SEGURA: És el resultat més probable i esperat.
6	MOLT POSSIBLE: És completament possible. Té una probabilitat del 50%.
3	POSSIBLE: Seria una seqüència o coincidència rares, però possibles, ha ocorregut.
1	POC POSSIBLE: Coincidència molt rara, però se sap que ha passat.
0,5	REMOTA: Extremadament rara. No ha succeït fins el moment.
0,2	MOLT REMOTA: Coincidència pràcticament impossible.
0,1	QUASI IMPOSSIBLE: Virtualment impossible.

Taula 2.18. Escala de probabilitat. Mètode Fine

Segons la puntuació obtinguda en cada una de les variables anteriors s'obindrà el Grau de Perillositat d'un Risc, que s'aconsegueix aplicant la següent fórmula:

$$\text{GRAU DE PERILLOSITAT} = \text{Conseqüències} \times \text{Exposició} \times \text{Probabilitat}$$

Una vegada s'ha calculat el Grau de Perillositat de cada un dels riscos detectats, aquests s'ordenen segons la gravetat relativa dels seus perills començant pel risc de què s'ha obtingut el valor més alt en el Grau de Perillositat. Classificarem el risc i actuarem sobre ell en funció del Grau de Perillositat. El següent quadre es presenta com a guia:

GRAU DE PERILLOSITAT	CLASSIFICACIÓ DEL RISC	ACTUACIÓ DAVANT EL RISC
GP > 400	Risc molt alt	Detenció immediata de l'activitat perillosa.
200 < GP ≤ 400	Risc alt	Correcció immediata.
70 < GP ≤ 200	Risc notable	Correcció necessària urgent.
20 < GP ≤ 70	Risc possible	No és emergència però s'ha de corregir.
GP < 20	Risc acceptable	Es pot ometre la correcció, tot i que s'han d'establir mesures correctores sense termini definit.

Taula 2.19. Classificació i criteris d'actuació davant el risc. Mètode Fine

Aquest mètode es complementa amb l'estudi de la justificació de la inversió realitzada per eliminar els riscos, sent funció del Grau de Perillositat. Gràcies al factor de Justificació de l'Acció Correctora, s'analitza el cost de les mesures correctores i l'efectivitat o grau de correcció aconseguit.

2.2.2.4. MÈTODES DE MÉS DE TRES FACTORS

Aquest tipus de metodologies segueixen les directrius fixades pel mètode Fine i utilitzen més factors per a avaluar el risc.

2.2.2.4.1. Mètode Steel

Steel va plantejar aquesta metodologia l'any 1990. Es fonamenta en la utilització de quatre factors:

- La probabilitat.
- La freqüència, definida per període de temps i número de persones exposades.
- La pèrdua màxima probable.
- Número de persones exposades.

2.2.2.4.2. Mètode Strohm i Opheim

Aquests dos autors van idear aquest procediment tres anys més tard, amb la intenció d'afegir un cinquè factor als proposats per Steel. Aquest va ser l'anomenat Factor Missió, que considera el dany des del punt de vista de la dificultat de supervivència de l'empresa.

2.2.3. MÈTODES COMPLEXES D'AVALUACIÓ DE RISCOS

Aquests mètodes s'utilitzen generalment en el sector industrial. A continuació, es mostra una classificació en funció del caràcter de la seva valoració.

2.2.3.1. MÈTODES QUALITATIUS

2.2.3.1.1. Mètodes específics per a riscos majors o greus i tot tipus de riscos en general.

- **ANÀLISI HISTÒRIC D'ACCIDENTS:**
Consisteix a estudiar els accidents registrats que han ocorregut en ubicacions semblants o amb agents materials causants de la mateixa naturalesa. Aquest anàlisi s'hauria de fer en una avaluació de riscos com acció prèvia, amb major o menor rigor.
- **ANÀLISI PRELIMINAR DE RISCOS:**
S'empra en una fase inicial i ajuda a evitar modificacions costoses en fases avançades, ja que és previ a mètodes posteriors. Els seus resultats són qualitius i consisteixen en la identificació dels riscos, fets iniciadors o indesitjables i possibles alternatives per a reduir-los.
- **QUÈ PASSARIA SI...?**
Com el seu propi nom indica, consisteix a preguntar-se sobre les conseqüències de la presència de successos indesitjats. Pot fer-se servir en qualsevol de les etapes de la vida d'una instal·lació o de la pròpia empresa.

- **LLISTATS DE COMPROVACIÓ (CHECK LIST). INSPECCIONS I AUDITORIES TÈCNIQUES DE SEGURETAT.**
S'utilitzen per a comprovar la adequació o conformitat a un mètode, norma o procediment. Són de fàcil aplicació i han d'ésser elaborades per personal expert. Per altra banda, és difícil que siguin exhaustives i s'hauran de revisar periòdicament.
- **ANÀLISI DE SEGURETAT DELS TREBALLS:**
És l'examen sistemàtic dels mètodes per a realitzar activitats amb la finalitat de millorar l'eficaç utilització dels recursos i establir normes de rendiment respecte les activitats que s'estiguin realitzant.
- **ANÀLISI DE RISCOS I OPERATIVITAT (HAZOP):**
Aquest mètode s'utilitza en la indústria química o, mitjançant variants, a altres tipus d'instal·lacions com les centrals nuclears. Estudia sistemàticament les causes i les conseqüències de les desviacions de les variables de procés, sobre els paràmetres normals d'operació, mitjançant la utilització d'una sèrie de "paraules guia".
- **ANÀLISI DE MODES D'ERRORS I EFECTES (AMFE):**
Aquesta tècnica generalment examina equips i instrumentació de forma inductiva, i s'utilitza molt en les instal·lacions nuclears amb l'objectiu de determinar les conseqüències dels diferents modes de possibles errors. La seva aplicació més important sol ser a la fase prèvia d'un arbre d'errors, ja que permet un bon coneixement del sistema.
- **MÈTODE UCSIP:**
De gran aplicació en les indústries petrolíferes, consta de dues parts, una per a l'estimació de la freqüència i una altra per a l'avaluació de les conseqüències.
- **ÍNDIX DE DOW D'INCENDI I EXPLOSIÓ**
És un mètode que classifica prèviament grans unitats o complexes (refineries, indústria petroquímica, etc.) amb la intenció d'identificar les àrees amb major risc per a poder aplicar posteriorment mètodes més específics. La seva exactitud és molt inferior a d'altres models que calculen l'àrea d'exposició i les màximes conseqüències a la propietat.
- **ÍNDIX DE FOC, EXPLOSIÓ I TOXICITAT DE MOND**
Va ser desenvolupat a partir del mètode DOW i és un índex més detallat, ja que considera per a l'anàlisi més paràmetres de risc i bonificacions. Malgrat s'assembla al mètode DOW en moltes fases és encara més complex.

2.2.3.1.2. Mètodes específics per al càlcul de risc d'incendi.

Aquest tipus de metodologies es fonamenten en l'estudi específic del risc d'incendi. Els més utilitzats són:

- Càlcul del risc intrínsec.
- Mètode Gretener.
- Mètode Gustav-Purt.
- Mètode Meseri.
- Mètodes d'estimació de pèrdues màximes en sinistres (PML-EML).
- Mètode Frame.

Els objectius principals de les seves avaluacions són: el risc d'inici d'incendi, les conseqüències en aquest cas, el risc de propagació i les conseqüències derivades d'aquesta.

2.2.3.2. MÈTODES QUANTITATIUS

El seu ús està recomanat en els casos que els riscos potencials puguin esdevenir accidents greus que justifiquin l'adopció de mesures correctores oneroses. També poden ser útils per a conèixer el desenvolupament causal dels successos a nivell qualitatiu, dins l'estudi de la seva freqüència d'ocurrència. Es poden classificar de la següent manera:

➤ Mètodes per al càlcul de la freqüència:

- **ANÀLISI D'ARBRE D'ERRORS (FTA):**
Necessita una identificació prèvia, mitjançant altres mètodes com l'anàlisi preliminar de riscos o l'anàlisi històric, de l'accident o succés final que volem conèixer les seves causes i la freqüència d'ocurrència. Consisteix a determinar els successos intermedis, a partir del succés final, per analitzar finalment els primaris o bàsics.
- **ANÀLISI D'ARBRE DE SUCCESSOS (ETA):**
Aquesta tècnica és complementària a l'arbre d'errors. Desenvolupa un diagrama seqüencial a partir de successos iniciadors o desencadenants, amb freqüència d'ocurrència coneguda, per a calcular les diferents seqüències d'esdeveniments accidentals i les seves probabilitats i possibles conseqüències.

➤ Models específics per al càlcul de l'abast dels efectes:

Consisteixen a simular el comportament real de l'accident, amb la dificultat afegida que cada cas suposa un model específic i complicat. Requereix el coneixement de les condicions inicials, característiques físico-químiques i del medi on té lloc l'accident.

➤ Mètodes per al càlcul de danys:

El seu càlcul s'ha d'avaluar amb posterioritat al càlcul dels efectes físics del propi sinistre i tenen per objectiu analitzar l'agressió de l'accident sobre el medi que envolta la instal·lació. Entre ells destaca:

- **MÈTODE PROBIT:**
Parteix d'una manifestació física d'un incident i proporciona una previsió dels danys a les persones exposades, com són el possible nombre de ferits i víctimes.

➤ Mètodes per al càlcul del risc total resultant:

Aquests sistemes emeten un judici sobre la tolerabilitat o acceptació del risc, establint un criteri prevís en funció de les diferents definicions de risc. Com a índex representatiu de determinats sectors es troba el FAR. Aquest es defineix com el número d'accidents mortals per 10^8 hores d'exposició a un perill.

3. PROPOSTA METODOLÒGICA

3.1. AVALUACIÓ DEL RISC (R)

En primer terme, cal recordar la definició de risc expressada en el capítol 2.1. Aquesta planteja el risc com la possibilitat que, per una combinació de probabilitat i conseqüència enfront un perill concret, es produeixi un determinat dany en la salut del treballador.

Aquest concepte de risc es pot expressar matemàticament mitjançant el producte de dues variables:

- Probabilitat.
- Conseqüències.

Per tant, queda definit per la següent expressió:

$$R = P \cdot C$$

Si analitzem la fórmula, s'observa que les dues variables, Probabilitat (P) i Conseqüències (C), modifiquen proporcionalment el valor del Risc (R); és a dir, no es prioritza una davant l'altra i les dues tenen el mateix pes quantitatiu.

3.1.1. PROBABILITAT (P)

La Probabilitat (P) es desglossa en tres variables que la defineixen:

- Nivell d'Exposició (NE).
- Nivell de Deficiència (ND).
- Coeficient de ponderació (a_p).

Així doncs, es pot expressar de la següent manera:

$$P = NE \cdot ND \cdot a_p$$

3.1.1.1. NIVELL D'EXPOSICIÓ (NE)

Mesura la freqüència amb la que s'evidencia el risc, és a dir, el nombre de repeticions amb les que aquest es manifesta en un període determinat i en unes condicions constants d'entorn global. Així doncs, per a un risc concret, el nivell d'exposició (NE) es pot estimar en funció del temps de permanència en àrees de treball, operacions en màquines, etc.

D'aquesta manera, el nivell d'exposició (NE) considera la relació temporal entre la permanència d'un treballador davant un risc concret ($t_{\text{exposició}}$) i el temps total que romandrà en el mateix entorn (t_{jornada}).

Cal afegir que, per a obtenir el seu valor, també es considera un coeficient de ponderació adimensional (n_E), que relaciona el número total d'hores treballades amb la probabilitat d'accident.

L'expressió matemàtica del nivell d'exposició (NE) és la següent:

$$NE = (t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) \cdot n_E$$

* $t_{\text{exposició}}$ = temps d'exposició enfront el risc

* t_{jornada} = temps jornada laboral

* n_E = coeficient ponderació

3.1.1.2. NIVELL DE DEFICIÈNCIA (ND)

És la magnitud resultant de la vinculació esperada entre un conjunt de factors que poden incidir directament en el risc i la relació causal directa amb la possibilitat d'ocurrència d'un accident.

3.1.1.3. COEFICIENT DE PONDERACIÓ (a_p)

És un factor adimensional que relaciona el tipus de risc amb la probabilitat d'ocurrència d'accident, extreta d'anàlisis estadístiques.

3.1.2. CONSEQÜÈNCIES (C)

Es defineix com allò que segueix necessàriament alguna cosa. És el resultat necessari d'un fet, en aquest cas del resultat d'un accident.

Altres autors consultats utilitzen la paraula conseqüència com a sinònim de danys soferts i, seguint aquest criteri, considerarem conseqüències com a lesions patides pels treballadors.

Segueix la següent expressió:

$$C = NC \cdot a_c$$

Així doncs, s'estableix que les conseqüències són resultat del producte del nivell de conseqüències (NC) i un factor de ponderació (a_c).

3.1.2.1. NIVELL DE CONSEQÜÈNCIES (NC)

Expressa el grau de magnitud del dany sofert per un treballador arrel d'un risc determinat.

3.1.2.2. COEFICIENT DE PONDERACIÓ (a_c)

És un coeficient adimensional que relaciona la conseqüència soferta amb una classificació proposada en funció de la seva gravetat, alhora que vincula aquesta classificació amb el risc.

3.1.3. FÓRMULA DE CÀLCUL

La fórmula que resulta de la combinació dels anteriors conceptes es planteja i desenvolupa matemàticament de la següent manera:

$$R = P \cdot C$$

On, per una banda:

$$P = NE \cdot ND \cdot a_p$$

Tenint en compte que:

$$NE = (t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) \cdot n_E$$

Per tant:

$$P = [(t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) \cdot n_E] \cdot ND \cdot a_p$$

Per altra banda:

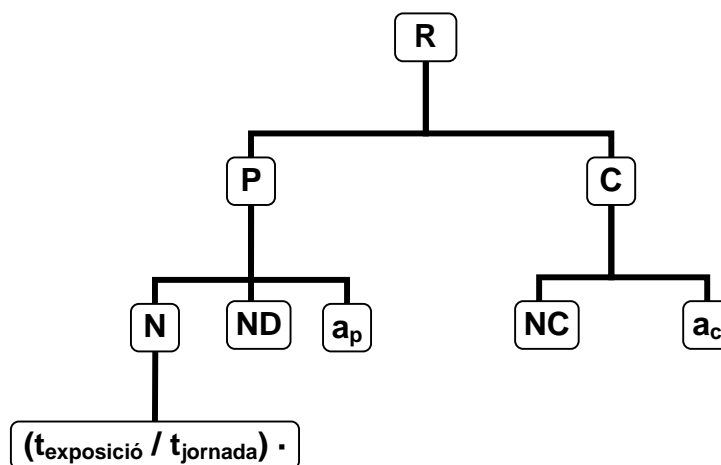
$$C = NC \cdot a_c$$

Així que:

$$R = P \cdot C = (NE \cdot ND \cdot a_p) \cdot (NC \cdot a_c)$$

$$R = \{ [(t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) \cdot n_E] \cdot ND \cdot a_p \} \cdot \{ NC \cdot a_c \}$$

Conceptualment, es representa d'aquesta manera:



Gràfic 3.1. Diagrama Esquemàtic del Risc segons nova metodologia

3.2. QUANTIFICACIÓ DE VARIABLES

Una vegada exposada la fórmula de càlcul de la magnitud de risc, es fa necessari quantificar les variables que la generen; és a dir, determinar-les de forma objectiva.

Els termes emprats són els següents:

- R = Risc.
- P = Probabilitat.
- C = Conseqüències (Danys).
- NE = Nivell d'exposició.
- $t_{\text{exposició}}$ = Temps d'exposició total del treballador enfront el risc.
- t_{jornada} = Temps total de la jornada laboral del treballador exposat al risc.
- n_E = Coeficient de ponderació que relaciona la probabilitat de patir un accident amb el temps acumulat de la jornada laboral.
- ND = Nivell de deficiència.
- a_p = Coeficient de ponderació que relaciona el tipus de risc avaluat amb la seva probabilitat d'ocurrència.
- NC = Nivell de conseqüències.
- a_c = Coeficient de ponderació que relaciona la magnitud d'un dany concret amb la gravetat del risc que el causa.

3.2.1. CRITERIS DE QUANTIFICACIÓ

✓ Risc

Els criteris de quantificació del risc (R) són el resultat d'una operació matemàtica que engloba diferents components aparentment sense connexió, però que expressen un resultat final quan s'interrelacionen de manera ordenada i lògica.

Aquest resultat és un número adimensional, real i positiu, que adopta un valor màxim en funció dels valors que el determinen. Ens expressa la magnitud final del risc (R), és a dir, és el resultat de l'avaluació.

D'aquesta manera, a mesura que el seu valor va creixent positivament indica que la magnitud del risc s'incrementa. Per tant, en el moment de prioritzar actuacions enfront el risc, aquestes hauran de dirigir-se en primera instància a controlar els riscos de magnitud més elevada, per a continuar amb els de magnitud inferior.

Al final de l'avaluació s'obté un resultat numèric, que evita confusions o ambigüitats; per tant és un resultat totalment quantitatiu amb una capacitat clara i absoluta d'ordenació lògica.

✓ Probabilitat

És la magnitud que ens permet expressar quantitativament la possibilitat de manifestació de qualsevol risc en unes determinades condicions temporals i espacials.

La probabilitat (P) s'entén com una combinació del nivell d'exposició (NE) i del nivell de deficiència (ND), i s'expressa mitjançant un número real extret d'un raonament matemàtic lògic. Alhora s'aplica un coeficient de ponderació (a_p), que relaciona el tipus de risc amb la possibilitat d'ésser causa directa d'accident, mitjançant el seu estudi històric estadístic.

➤ Nivell d'Exposició

El nivell d'exposició (NE) és la component temporal capaç de relacionar el temps i la freqüència que un treballador s'exposa a un risc determinat.

Per exemple, no és el mateix avaluar el risc de relliscada sobre un paviment mullat si una persona hi passa una vegada que si hi passa repetides vegades, ja que la persona que només hi passa una vegada veu reduïdes les seves possibilitats de patir una relliscada enfront la persona que hi passa diverses ocasions.

A més, el nivell d'exposició (NE) està sotmès a un coeficient de ponderació (n_E), que relaciona el temps d'exposició a un risc amb la duració de la jornada laboral. És a dir, el valor que pren la probabilitat de patir un accident a la primera hora de la jornada laboral no és el mateix que en la última, ja que hi ha factors que condicionen el nivell d'atenció i percepció que hom pot tenir enfront d'un risc. D'ara endavant l'anomenarem "factor de cansament".

Per a entendre millor el concepte de "factor de cansament" es pot analitzar la seva similitud amb el sector de transport per carretera. S'han realitzat estudis al respecte que conclouen que el cansament acumulat de diverses hores de conducció manté una relació directa amb la causalitat d'accidents.

Per tant, considerem per al càlcul del coeficient de ponderació o "factor de cansament" la fatiga acumulada pel treballador durant una jornada laboral.

➤ Nivell de Deficiència

El nivell de deficiència (ND) és un component de la probabilitat que proporciona informació sobre les mancances organitzatives i de seguretat del lloc de treball. Seguint l'exemple anterior relatiu a un paviment, no és el mateix que una persona circuli sobre un paviment mullat en bones condicions de planor, que ho faci sobre el mateix paviment mullat però amb un relleu irregular. Així, és lògic afirmar que la persona que passa pel paviment en bones condicions de planor té menys possibilitats de patir una relliscada que l'altra.

✓ Conseqüències (Danys)

El nivell de conseqüències, o danys soferts pel treballador resultat d'un accident, és directament proporcional a la gravetat d'aquestes, en funció de la classificació del risc.

És una magnitud expressada com un número real i adimensional, que creix o decreix de forma lògica i ordenada, sense capacitat d'ésser interpretada de manera ambigua o confusa.

Les conseqüències finals (C), s'obtenen del producte del nivell de conseqüències (NC) i d'un coeficient de ponderació (a_c), que relaciona la gravetat d'aquestes amb la seva probabilitat d'evidenciar-se amb aquesta gravetat concreta, segons el tipus de risc i la lesió provocada.

➤ Nivell de Conseqüències

Les conseqüències (C), segons s'ha definit anteriorment, són els danys soferts pel treballador en cas de patir un accident; és a dir, la lesió física o psíquica demostrable.

Els criteris de ponderació s'extreuen d'analitzar de forma precisa i repetitiva cadascuna de les lesions més freqüents ocorregudes, tot classificant-les segons la seva gravetat. Ja que no és el mateix una ferida superficial que una fractura oberta, entenent lògicament que una fractura oberta és més greu que no pas una lesió superficial.

3.2.2. PROPOSTA DE QUANTIFICACIÓ

A continuació es proposa el sistema de quantificació de variables i les bases científiques i estadístiques que fonamenten aquesta metodologia d'avaluació de la magnitud del risc.

Les bases estadístiques referides a continuació s'han extret de *l'Informe sobre el sector de la Construcción (Periodo 2003-2007)* i dels seus annexes *Anexo I* i *Anexo II*,. Aquest es va publicar el febrer del 2009 per l'ORGANISMO DE COORDINACIÓN DE INFORMACIÓN Y OBSERVATORIO, pertanyent a l'INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT).

Tota la informació es troba a l'annex del present Projecte de Final de Grau.

❖ Risc

Després de consultar diverses fonts bibliogràfiques, s'ha dissenyat la següent taula de riscos potencials d'avaluació, la qual està continguda a l'annex II.

Tipus de Risc
Sobreesforç físic - sobre el sistema múscul esquelètic
Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda
Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopegada o xoc contra un objecte immòbil
Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn
Contacte amb agent material tallant (ganivet o fulla)
Xoc o cop amb un objecte o fragment – projectat
Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup agent material tallant, punxant, dur, rugós - no mencionat anteriorment
Altra contacte - modalitat de lesió coneguda com a ser aixafat contra un objecte en moviment, col·lisió amb - no mencionat anteriorment
Contacte amb agent material punxant (clau o eina esmolada)
Xoc o cop contra un objecte en balanceig
Contacte amb agent material tallant, punxant, dur, rugós
Cap informació
Altre contacte - modalitat de lesió coneguda per xoc o cop contra un objecte amb moviment, col·lisió amb - no mencionat anteriorment
Contacte amb substàncies perilloses - sobre o a través de la pell i ulls
Altre contacte - modalitat de la lesió no especificada en la present classificació
Col·lisió amb un objecte, vehicles o persones (treballador en moviment)
Accidents de trànsit
Xoc o cop contra un objecte, en moviment inclosos els vehicles
Xoc o cop contra un objecte en moviment, col·lisió amb
Quedar atrapat, ser aixafat – entre
Contacte amb agent material que esgarrapi (ratllador, paper de vidre, taula no raspallada, etc.)
Aixafament sobre o contra un objecte immòbil (treballador en moviment vertical o horitzontal)
Altre contacte - modalitat de lesió coneguda per sobreesforç físic, trauma psíquic, exposició a radiacions, soroll, llum o pressió -no mencionat anteriorment
Altre contacte de la modalitat de lesió coneguda com a contacte amb corrent elèctrica, foc o T ^a o substàncies perilloses - no mencionat anteriorment
Quedar atrapat, ser aixafat o atropellat – sota
Contacte amb flames directes o objectes o entorns amb elevada temperatura
Quedar atrapat, ser aixafat – en
Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup quedar atrapat, ser aixafat, patir amputació no mencionat anteriorment
Cops, puntades, cops de cap, escanyament
Envoltat per, rodejat de gasos o de partícules en suspensió
Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica
Infart, vessaments cerebrals i altres patologies traumàtiques
Altre contacte - modalitat lesió coneguda per asfíxia, quedar sepultat, quedar envoltat - no mencionat anteriorment

Contacte amb corrent elèctrica, foc, temperatura o substàncies perilloses
Contacte indirecte amb un arc elèctric, llamp (passiu)
Exposició a radiació, soroll, llum o pressió
Contacte amb substàncies perilloses - a través del nas, la boca
Contacte amb objecte o entorn - fred o gelat
Altres contactes - modalitat de la lesió coneguda com a mossegades, puntades, etc (d'animals o persones) - no mencionat anteriorment
Picada d'insecte, un peix
Amputació, seccionament d'un membre, una mà o un dit
Quedar sepultat sota un sòlid
Trauma psíquic
Mossegada
Asfixia en un líquid
Contacte amb substàncies perilloses - a través del sistema digestiu: empassant o menjant
Cop de mar
Asfixia, quedar sepultat, quedar rodejat - sense especificar

Taula 3.1. Classificació del Tipus de Risc

A la taula 3.1 no queden reflectits tots els riscos expressats en la taula original degut a l'escassa incidència estadística que manifesten.

No es fa referència a la taula de riscos proposada per la Generalitat perquè no disposa de fonts estadístiques al respecte, ja que no publica informes relacionant els riscos amb el nombre d'accidents causats. A més, analitza genèricament diversos sectors econòmics sense aprofundir en el sector de la construcció.

❖ Probabilitat

Tal com s'ha exposat en els anteriors apartats, la probabilitat és una combinació del nivell d'exposició (NE), el nivell de deficiència (ND) i un coeficient de ponderació (a_p).

El coeficient de ponderació (a_p) és el resultat de realitzar la proporció de cada risc en relació al total de riscos i accidents causats, sense diferenciar la gravetat dels mateixos. Aquest criteri permet associar una magnitud de probabilitat més acurada per cada tipus de risc.

Els valors d'aquest factor s'extreuen de la taula de l'annex II.

La seva expressió matemàtica es defineix com:

$$a_p = \frac{\text{Nº ACCIDENTS TOTALS RISC ESPECÍFIC}}{\text{Nº ACCIDENTS TOTALS}}$$

El resultat queda reflectit en la següent taula:

Tipus de Risc	a_p
Sobreesforç físic - sobre el sistema múscul esquelètic	0,324
Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0,127
Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopegada o xoc contra un objecte immòbil	0,093
Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0,075
Contacte amb agent material tallant (ganivet o fulla)	0,046
Xoc o cop amb un objecte o fragment - projectat	0,032
Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup agent material tallant, punxant, dur, rugós - no mencionat anteriorment	0,031
Altra contacte - modalitat de lesió coneguda com a ser aixafat contra un objecte en moviment, col·lisió amb - no mencionat anteriorment	0,031
Contacte amb agent material punxant (clau o eina esmolada)	0,020
Xoc o cop contra un objecte en balanceig	0,019
Contacte amb agent material tallant, punxant, dur, rugós	0,018
Cap informació	0,017
Altre contacte - modalitat de lesió coneguda per xoc o cop contra un objecte amb moviment, col·lisió amb - no mencionat anteriorment	0,017
Contacte amb substàncies perilloses - sobre o a través de la pell i ulls	0,015
Altre contacte - modalitat de la lesió no especificada en la present classificació	0,014
Col·lisió amb un objecte, vehicles o persones (treballador en moviment)	0,013
Accidents de trànsit	0,012
Xoc o cop contra un objecte, en moviment inclosos els vehicles	0,011
Xoc o cop contra un objecte en moviment, col·lisió amb	0,011
Quedar atrapat, ser aixafat - entre	0,011
Contacte amb agent material que esgarrapi (ratllador, paper de vidre, taula no raspallada, etc.)	0,011
Aixafament sobre o contra un objecte immòbil (treballador en moviment vertical o horitzontal)	0,007
Altre contacte - modalitat de lesió coneguda per sobreesforç físic, trauma psíquic, exposició a radiacions, soroll, llum o pressió -no mencionat anteriorment	0,006
Altre contacte de la modalitat de lesió coneguda com a contacte amb corrent elèctrica, foc o T ^a o substàncies perilloses - no mencionat anteriorment	0,006
Quedar atrapat, ser aixafat o atropellat - sota	0,005
Contacte amb flames directes o objectes o entorns amb elevada temperatura	0,005
Quedar atrapat, ser aixafat - en	0,005
Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup quedar atrapat, ser aixafat, patir amputació no	0,004

mencionat anteriorment	
Cops, puntades, cops de cap, escanyament	0,004
Envoltat per, rodejat de gasos o de partícules en suspensió	0,003
Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica	0,002
Infart, vessaments cerebrals i altres patologies traumàtiques	0,001
Altre contacte - modalitat lesió coneguda per asfixia, quedar sepultat, quedar envoltat - no mencionat anteriorment	0,001
Contacte amb corrent elèctrica, foc, temperatura o substàncies perilloses	0,001
Contacte indirecte amb un arc elèctric, llamp (passiu)	0,001
Exposició a radiació, soroll, llum o pressió	0,001
Contacte amb substàncies perilloses - a través del nas, la boca	0,001
Contacte amb objecte o entorn - fred o gelat	0,001
Altre contacte - modalitat de la lesió coneguda com a mossegades, puntades, etc (d'animals o persones) - no mencionat anteriorment	0,001
Picada d'insecte, un peix	0,001
Amputació, seccionament d'un membre, una mà o un dit	0,0005
Quedar sepultat sota un sòlid	0,0004
Trauma psíquic	0,0003
Mossegada	0,0002328
Asfixia en un líquid	0,0002
Contacte amb substàncies perilloses - a través del sistema digestiu: empassant o menjant	0,0001
Cop de mar	0,0001
Asfixia, quedar sepultat, quedar rodejat - sense especificar	0,0001

Taula 3.2. Classificació del Risc en funció de la Probabilitat

- Nivell d'Exposició

El quocient format pel temps d'exposició ($t_{\text{exposició}}$) i el temps de la jornada laboral (t_{jornada}) és un valor que s'expressa en hores i en fraccions d'unitat, per tal de poder realitzar el càlcul de manera correcta. A més, intervé un coeficient de ponderació (n_E), que relaciona el nombre d'hores treballades amb la probabilitat d'accident.

Per tal d'introduir aquest factor de ponderació, s'ha realitzat el promig d'accidents que es produeixen segons les hores treballades de la jornada laboral, de la següent manera:

$$\text{PROMIG} = \frac{\text{N}^\circ \text{ ACCIDENTS PER HORA}}{\text{N}^\circ \text{ TOTAL ACCIDENTS}}$$

Una vegada obtinguts tots els promigs, és realitza el sumatori ascendent horari.

Hora feina	Nº Acc.	Promig	Sumatori
1	25.461	0,1017	0,102
2	43.487	0,1737	0,275
3	40.135	0,1603	0,436
4	37.100	0,1482	0,584
5	22.692	0,0907	0,675
6	23.302	0,0931	0,768
7	23.928	0,0956	0,863
8	16.171	0,0646	0,928
9	4.236	0,0169	0,945
10	5.122	0,0205	0,965
11	4.175	0,0167	0,982
12	4.068	0,0163	0,998
13	79	0,0003	0,999
14	21	$8,38913 \cdot 10^{-05}$	0,999
15	36	0,0001	0,999
16	83	0,0003	0,999
17	120	0,0005	1
18	62	0,0002	1
19	29	0,0001	1
20	6	$2,39689 \cdot 10^{-05}$	1
21	3	$1,19845 \cdot 10^{-05}$	1
22	2	$7,98965 \cdot 10^{-06}$	1
23	0	0	1
24	6	$2,39689 \cdot 10^{-05}$	1

Taula 3.3. Sumatori estadístic acumulat de Probabilitat Accident en funció de les Hores de Treball

Així doncs, per obtenir el nivell d'exposició (NE) és necessari calcular l'interval d'hores de la jornada laboral (8 hores, per exemple), el temps exposició (4 hores, per exemple) i el coeficient de ponderació (n_E). Aquest s'obté de calcular la diferència de sumatoris de les hores d'exposició de l'interval central de la jornada laboral; en el cas de l'exemple:

Hora feina	Nº Acc.	Promig	Sumatori		
1	25.461	0,1017	0,102		
2	43.487	0,1737	0,275		
3	40.135	0,1603	0,436	0,436	n_E
4	37.100	0,1482	0,584	-	
5	22.692	0,0907	0,675		0,332
6	23.302	0,0931	0,768	0,768	
7	23.928	0,0956	0,863		
8	16.171	0,0646	0,928		

Taula 3.4. Exemple de càlcul de n_E

Aquest valor de combinació, que determina la probabilitat, té la seva base estadística contemplada en l'annex III.

- Nivell de Deficiència

El nivell de deficiència (ND) també és un valor que forma part del concepte de probabilitat.

La seva magnitud s'expressa com un valor numèric adimensional, resultat del sumatori d'un llistat de valoracions que mesuren les mancances de l'entorn que envolta al treballador i dels mitjans emprats en la seva tasca. D'aquesta manera, es defineix un valor concret per a cada grau de deficiència.

Aquesta classificació es mostra a continuació:

Mesures Protecció i EPI's	N.D.
Cap	0,4
EPI's	0,3
Col·lectiva	0,2
EPI's + Col·lectives	0
Neteja i Ordre	N.D.
Desordenat i brut	0,2
Brut	0,16
Desordenat	0,13
Ordenat i brut	0,1
Net i desordenat	0,06
Net i ordenat	0
Eines i Mitjans Auxiliars	N.D.
No conservades i no adequades	0,2
No adequades	0,16
No conservades	0,13
Adequades i no conservades	0,1
Conservades i no adequades	0,06
Conservades i adequades	0
Il·luminació	N.D.
Inadequada	0,1
Acceptable	0,06
Òptima	0
Accessibilitat i espai de treball	N.D.
No practicable	0,1
Limitada	0,06
Practicable	0

Taula 3.5. Classificació del Nivell de Deficiència

Analitzant la taula 3.5, es pot apreciar que no tots els blocs que formen part de la taula tenen el mateix pes en la valoració final. Aquests han estat ponderats en funció de la seva relació directa amb la possibilitat d'accident, seguint els criteris de l'INSHT en la Nota Tècnica de Prevenció 330 (NTP 330).

Suposant que el nivell de deficiència (ND) té un pes del 100%, cadascun dels apartats té el següent pes específic:

- Mesures de Protecció i EPI's → 40%
- Neteja i Ordre → 20%
- Eines i Mitjans → 20%
- Il·luminació → 10%
- Accessibilitat i Espai de Treball → 10%

❖ Conseqüències

Les Conseqüències (C) derivades d'un accident, altrament anomenades danys, són resultat de la combinació del nivell de conseqüències (NC) i d'un coeficient de ponderació (a_c).

En aquesta taula s'identifiquen els tipus de lesió més freqüents, segons l'annex IV.

Tipus de Lesió (Conseqüències)
Mort
Amputacions traumàtiques (pèrdua de parts del cos)
Lesions múltiples
Fractures obertes
Commocions i lesions intracranials
Asfixies
Fractures d'ossos
Efectes de la radiació no tèrmica (raigs X, substàncies radioactives)
Altres tipus de fractures d'ossos
Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc.)
Fractures tancades
Trauma psíquic, xoc traumàtic
Ofegaments
Cremades i escaldaments (tèrmics)
Altres tipus de cremades, escaldaments i congelació
Cremades, escaldaments i congelació
Altres tipus d'enverinaments i infeccions
Altres tipus de commocions i lesions internes
Lesions internes
Danys psicològics deguts a agressions i amenaces
Commocions i lesions internes
Cremades químiques (corrosió)

Ferides obertes
Altres lesions especificades no incloses en aquesta classificació
Dislocacions i subluxacions
Altres tipus de ferides i lesions superficials
Altres tipus de dislocacions, esquinços i torçades
Lesions superficials, cossos estranys als ulls
Esquinços i torçades
Ferides i lesions superficials
Ofegaments i submersions no mortals
Congelació
Altres tipus de xocs (desastres naturals, xoc anafilàctic)
Enverinaments aguts
Infeccions agudes
Calor i insolacions
Efectes de les baixes temperatures
Altres efectes de les temperatures extremes, la llum i la radiació
Efectes del soroll, la vibració i la pressió
Pèrdues auditives agudes
Efectes de la pressió (barotrauma)

Taula 3.6. Classificació del Tipus de Lesió

Per tal d'interpretar aquesta classificació qualitativa de forma quantitativa, es fa necessari aplicar el següent procés:

- Nivell de Conseqüències

La classificació de les conseqüències per ordre de magnitud, anteriorment esmentada, es realitza mitjançant l'anàlisi de la gravetat de les lesions. Així, de cadascuna de les lesions descrites, es realitza el sumatori dels seus percentatges d'accidents greus i mortals, tot ordenant-los de forma decreixent. D'aquesta manera, s'ha obviat el percentatge d'accidents lleus, donat que si es considerés la classificació final seria en funció del nombre d'accidents i no en funció de la seva gravetat.

Matemàticament s'expressa:

$$\text{LESIÓ "X"} = \% \text{LESIÓ GREUS} + \% \text{LESIÓ MORTALS}$$

El resultat queda expressat en la següent taula:

DESCRIPCIÓ DE LA LESIÓ PER ORDRE DE GRAVETAT (CONSEQÜÈNCIES)	GREUS	% GREUS	MORTALS	% MORTALS	SUMATORI G+M
Amputacions traumàtiques (pèrdua de parts del cos)	135	26,79	0	0,00	26,79
Lesions múltiples	359	14,53	114	4,62	19,15
Fractures obertes	239	15,97	4	0,27	16,23
Commocions i lesions intracranials	87	13,00	21	3,14	16,14
Asfixies	3	6,82	3	6,82	13,64
Fractures d'ossos	198	9,82	1	0,05	9,87
Efectes de la radiació no tèrmica (raigs X, substàncies radioactives)	2	9,52	0	0,00	9,52
Altres tipus de fractures d'ossos	279	9,17	2	0,07	9,24
Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc.)	5	6,49	2	2,60	9,09
Fractures tancades	819	7,82	0	0,00	7,82
Trauma psíquic, xoc traumàtic	0	0,00	1	4,76	4,76
Ofegaments	6	2,53	3	1,27	3,80
Cremades i escaldaments (tèrmics)	36	3,21	0	0,00	3,21
Altres tipus de cremades, escaldaments i congelació	16	2,91	1	0,18	3,09
Cremades, escaldaments i congelació	11	2,40	0	0,00	2,40
Altres tipus d'enverinaments i infeccions	2	2,27	0	0,00	2,27
Altres tipus de commocions i lesions internes	41	1,73	7	0,30	2,03
Lesions internes	126	1,41	21	0,23	1,64
Danys psicològics deguts a agressions i amenaces	1	1,45	0	0,00	1,45
Commocions i lesions internes	11	0,97	5	0,44	1,41
Cremades químiques (corrosió)	5	1,16	0	0,00	1,16
Ferides obertes	179	0,83	2	0,01	0,84
Altres lesions especificades no incloses en aquesta classificació	29	0,46	21	0,34	0,80
Dislocacions i subluxacions	45	0,26	0	0,00	0,26
Altres tipus de ferides i lesions superficials	36	0,16	0	0,00	0,16
Altres tipus de dislocacions, esquinços i torçades	37	0,12	0	0,00	0,12
Lesions superficials, cossos estranys als ulls	62	0,12	0	0,00	0,12
Esquinços i torçades	42	0,09	0	0,00	0,09
Ferides i lesions superficials	6	0,09	0	0,00	0,09
Ofegaments i submersions no mortals	0	0,00	0	0,00	0,00
Congelació	0	0,00	0	0,00	0,00
Altres tipus de xocs (desastres naturals, xoc anafilàctic)	0	0,00	0	0,00	0,00
Enverinaments aguts	0	0,00	0	0,00	0,00
Infeccions agudes	0	0,00	0	0,00	0,00
Calor i insolacions	0	0,00	0	0,00	0,00
Efectes de les baixes temperatures	0	0,00	0	0,00	0,00
Altres efectes de les temperatures extremes, la llum i la radiació	0	0,00	0	0,00	0,00
Efectes del soroll, la vibració i la pressió	0	0,00	0	0,00	0,00
Pèrdues auditives agudes	0	0,00	0	0,00	0,00
Efectes de la pressió (barotrauma)	0	0,00	0	0,00	0,00

Taula 3.7. Sumatori estadístic del nivell Greu i Mortal de la Lesió

En aquesta taula no es reflexa la categoria "Mort", ja que no es fa necessària la seva suma i ordenació perquè el seu resultat sempre és el més advers.

Així, una vegada tenim classificades les conseqüències per ordre de gravetat, com s'indica a la taula 3.7, s'associen amb un valor numèric. El màxim valor, com no pot ser d'una altra manera, correspondrà a la categoria "Mort" = 100.

A partir d'aquesta categoria, els següents valors s'atorguen de manera subjectiva, mantenint una relació de proporcionalitat en la valoració de la gravetat de cadascuna de les lesions. D'aquesta manera, assignem el valor 55 per a la següent lesió "Amputacions traumàtiques" i, en funció del resultat dels sumatoris, es manté una proporció amb la resta de lesions:

$$NC "X" = [(SUMATORI G+M "X") \cdot 55] / SUMATORI G+M "AMPUTACIONS ..."$$

Així, es defineix la següent taula:

DESCRIPCIÓ DE LA LESIÓ PER ORDRE DE GRAVETAT (CONSEQÜÈNCIES)	NC
Mort	100
Amputacions traumàtiques (pèrdua de parts del cos)	55
Lesions múltiples	40
Fractures obertes	35
Commocions i lesions intracranials	35
Asfixies	30
Fractures d'ossos	25
Efectes de la radiació no tèrmica (raigs X, substàncies radioactives)	25
Altres tipus de fractures d'ossos	25
Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc.)	25
Fractures tancades	25
Trauma psíquic, xoc traumàtic	15
Ofegaments	15
Cremades i escaldaments (tèrmics)	15
Altres tipus de cremades, escaldaments i congelació	15
Cremades, escaldaments i congelació	10
Altres tipus d'enverinaments i infeccions	10
Altres tipus de commocions i lesions internes	10
Lesions internes	10
Danys psicològics deguts a agressions i amenaces	10
Commocions i lesions internes	10
Cremades químiques (corrosió)	10
Ferides obertes	10
Altres lesions especificades no incloses en aquesta classificació	5
Dislocacions i subluxacions	5
Altres tipus de ferides i lesions superficials	5
Altres tipus de dislocacions, esquinços i torçades	5
Lesions superficials, cossos estranys als ulls	5
Esquinços i torçades	5
Ferides i lesions superficials	5
Ofegaments i submersions no mortals	5

Congelació	5
Altres tipus de xocs (desastres naturals, xoc anafilàctic)	5
Enverinaments aguts	5
Infeccions agudes	5
Calor i insolacions	5
Efectes de les baixes temperatures	5
Altres efectes de les temperatures extremes, la llum i la radiació	5
Efectes del soroll, la vibració i la pressió	5
Pèrdues auditives agudes	5
Efectes de la pressió (barotrauma)	5

Taula 3.8. Classificació del Nivell de Conseqüències

D'aquesta manera s'obté un valor numèric quantitatiu que determina la magnitud del nivell de conseqüències.

- Coeficient de ponderació

Aquest factor de ponderació (a_c), és un resultat numèric que analitza, per a un risc determinat, la relació existent entre la gravetat de la possible lesió i la seva probabilitat d'ocurrència amb el mateix grau de gravetat.

Per tal d'obtenir aquest valor es fa necessària l'agrupació de les conseqüències en tres blocs, basant-nos en la magnitud de la seva gravetat.

Aquesta classificació s'exposa a la següent taula:

DESCRIPCIÓ DE LA LESIÓ PER ORDRE DE GRAVETAT (CONSEQÜÈNCIES)	NC	GRUP
Mort	100	A
Amputacions traumàtiques (pèrdua de parts del cos)	55	
Lesions múltiples	40	
Fractures obertes	35	
Commocions i lesions intracranials	35	
Asfixies	30	
Fractures d'ossos	25	B
Efectes de la radiació no tèrmica (raigs X, substàncies radioactives)	25	
Altres tipus de fractures d'ossos	25	
Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc.)	25	
Fractures tancades	25	
Trauma psíquic, xoc traumàtic	15	
Ofegaments	15	
Cremades i escaldaments (tèrmics)	15	
Altres tipus de cremades, escaldaments i congelació	15	
Cremades, escaldaments i congelació	10	
Altres tipus d'enverinaments i infeccions	10	
Altres tipus de commocions i lesions internes	10	
Lesions internes	10	
Danys psicològics deguts a agressions i amenaces	10	

Commocions i lesions internes	10	
Cremades químiques (corrosió)	10	
Ferides obertes	10	
Altres lesions especificades no incloses en aquesta classificació	5	C
Dislocacions i subluxacions	5	
Altres tipus de ferides i lesions superficials	5	
Altres tipus de dislocacions, esquinços i torçades	5	
Lesions superficials, cossos estranys als ulls	5	
Esquinços i torçades	5	
Ferides i lesions superficials	5	
Ofegaments i submersions no mortals	5	
Congelació	5	
Altres tipus de xocs (desastres naturals, xoc anafilàctic)	5	
Enverinaments aguts	5	
Infeccions agudes	5	
Calor i insolacions	5	
Efectes de les baixes temperatures	5	
Altres efectes de les temperatures extremes, la llum i la radiació	5	
Efectes del soroll, la vibració i la pressió	5	
Pèrdues auditives agudes	5	
Efectes de la pressió (barotrauma)	5	

Taula 3.9. Classificació de la Lesió en funció del Grup A, B i C

Llavors, es classifiquen els riscos en tres categories per tal d'aconseguir relacionar-los amb les seves conseqüències.

Aquesta classificació s'estableix en funció de la gravetat de les conseqüències. És a dir, del nombre total d'accidents que ha ocasionat cada tipus de risc es segrega en tres blocs.

Matemàticament s'expressa:

$$\text{RISC "X"} = \text{N}^\circ \text{ ACCIDENT LLEU RISC "X"} / \text{TOTAL ACCIDENT RISC X"} \rightarrow \text{C}$$

$$\text{RISC "X"} = \text{N}^\circ \text{ ACCIDENT GREU RISC "X"} / \text{TOTAL ACCIDENT RISC X"} \rightarrow \text{B}$$

$$\text{RISC "X"} = \text{N}^\circ \text{ ACCIDENT MORTAL RISC "X"} / \text{TOTAL ACCIDENT RISC X"} \rightarrow \text{A}$$

La següent taula mostra els resultats obtinguts:

Tipus de Risc	C	B	A
Sobreesforç físic - sobre el sistema múscul esquelètic	0,999	0,001	0
Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0,957	0,040	0,0028
Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopagada o xoc contra un objecte immòbil	0,994	0,006	0,0002
Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0,986	0,013	0,0006
Contacte amb agent material tallant (ganivet o fulla)	0,987	0,013	0,0003

Xoc o cop amb un objecte o fragment - projectat	0,990	0,010	0,0004
Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup agent material tallant, punxant, dur, rugós - no mencionat anteriorment	0,994	0,006	0
Altra contacte - modalitat de lesió coneguda com a ser aixafat contra un objecte en moviment, col·lisió amb - no mencionat anteriorment	0,994	0,006	0
Contacte amb agent material punxant (clau o eina esmolada)	0,990	0,010	0
Xoc o cop contra un objecte en balanceig	0,994	0,006	0,0002
Contacte amb agent material tallant, punxant, dur, rugós	0,994	0,006	0
Cap informació	0,992	0,008	0
Altre contacte - modalitat de lesió coneguda per xoc o cop contra un objecte amb moviment, col·lisió amb - no mencionat anteriorment	0,986	0,014	0
Contacte amb substàncies perilloses - sobre o a través de la pell i ulls	0,996	0,004	0
Altre contacte - modalitat de la lesió no especificada en la present classificació	0,991	0,009	0
Col·lisió amb un objecte, vehicles o persones (treballador en moviment)	0,988	0,012	0
Accidents de trànsit	0,960	0,030	0,010
Xoc o cop contra un objecte, en moviment inclosos els vehicles	0,983	0,015	0,0021
Xoc o cop contra un objecte en moviment, col·lisió amb	0,992	0,008	0
Quedar atrapat, ser aixafat - entre	0,973	0,024	0,002
Contacte amb agent material que esgarrapi (ratllador, paper de vidre, taula no raspallada, etc.)	0,997	0,003	0
Aixafament sobre o contra un objecte immòbil (treballador en moviment vertical o horitzontal)	0,990	0,010	0
Altre contacte - modalitat de lesió coneguda per sobreesforç físic, trauma psíquic, exposició a radiacions, soroll, llum o pressió -no mencionat anteriorment	0,997	0,003	0
Altre contacte de la modalitat de lesió coneguda com a contacte amb corrent elèctrica, foc o T ^a o substàncies perilloses - no mencionat anteriorment	0,997	0,003	0
Quedar atrapat, ser aixafat o atropellat - sota	0,911	0,064	0,025
Contacte amb flames directes o objectes o entorns amb elevada temperatura	0,974	0,026	0
Quedar atrapat, ser aixafat - en	0,957	0,041	0,002
Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup quedar atrapat, ser aixafat, patir amputació no mencionat anteriorment	0,980	0,020	0
Cops, puntades, cops de cap, escanyament	0,991	0,009	0
Envoltat per, rodejat de gasos o de partícules en suspensió	0,999	0,001	0
Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica	0,903	0,076	0,0208
Infart, vessaments cerebrals i altres patologies traumàtiques	0,479	0,312	0,209
Altre contacte - modalitat lesió coneguda per asfíxia, quedar sepultat, quedar envoltat - no mencionat anteriorment	0,982	0,018	0
Contacte amb corrent elèctrica, foc, temperatura o	0,975	0,025	0

substàncies perilloses			
Contacte indirecte amb un arc elèctric, llamp (passiu)	0,973	0,027	0
Exposició a radiació, soroll, llum o pressió	1	0	0
Contacte amb substàncies perilloses - a través del nas, la boca	0,965	0,027	0,0088
Contacte amb objecte o entorn - fred o gelat	1,000	0	0
Altres contactes - modalitat de la lesió coneguda com a mossegades, puntades, etc (d'animals o persones) - no mencionat anteriorment	0,986	0,014	0
Picada d'insecte, un peix	1	0	0
Amputació, seccionament d'un membre, una mà o un dit	0,826	0,174	0
Quedar sepultat sota un sòlid	0,705	0,124	0,1714
Trauma psíquic	0,986	0,014	0
Mossegada	1	0	0
Asfixia en un líquid	0,963	0	0,0370
Contacte amb substàncies perilloses - a través del sistema digestiu: empassant o menjant	0,967	0,033	0
Cop de mar	1,000	0	0
Asfixia, quedar sepultat, quedar rodejat - sense especificar	0,933	0	0

Taula 3.10. Classificació del Tipus de Risc en funció del Grup A, B i C

Una vegada s'han realitzat aquestes classificacions, per obtenir el valor de a_c s'ha de realitzar el producte de NC vinculat a una categoria A, B o C, segons la classificació de la taula 3.9, pel valor A, B o C obtingut a la taula 4.10.

3.3. EXEMPLE

En aquest apartat es desenvolupa un exemple d'aplicació de la metodologia proposada:

DADES

- **Risc:** Caiguda en alçada.
- **Temps de jornada laboral:** 8 hores.
- **Temps d'exposició al risc:** 4 hores.

FORMULACIÓ

$$R = P \cdot C$$

$$P = NE \cdot ND \cdot a_p$$

$$NE = (t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) \cdot n_E$$

$$P = [(t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) \cdot n_E] \cdot ND \cdot a_p$$

$$C = NC \cdot a_c$$

$$R = P \cdot C = (NE \cdot ND \cdot a_p) \cdot (NC \cdot a_c)$$

$$R = \{ [(t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) \cdot n_E] \cdot ND \cdot a_p \} \cdot \{ NC \cdot a_c \}$$

CRONOLOGIA D'APLICACIÓ:

1- Identificar el risc detectat a la taula 3.1:

Caiguda en alçada →

Tipus de Risc
Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda

2- Determinar els valors que defineixen NE:

$$NE = (t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) \cdot n_E$$

$$NE = (4 \text{ hores} / 8 \text{ hores}) \cdot n_E$$

2.1- Per trobar n_E , és necessari utilitzar la taula 3.3:

Hora feina	Acc.	Promig	Sumatori		
1	25.461	0,1017	0,102		
2	43.487	0,1737	0,275		
3	40.135	0,1603	0,436	0,436	n_E
4	37.100	0,1482	0,584		0,332
5	22.692	0,0907	0,675	-	
6	23.302	0,0931	0,768	0,768	
7	23.928	0,0956	0,863		
8	16.171	0,0646	0,928		

2.2- Substituint els valors s'obté:

$$NE = (4 \text{ hores} / 8 \text{ hores}) \cdot 0,332$$

$$NE = 0,166$$

3- Establir els valors de ND, utilitzant la taula 3.5. En aquest cas suposem les següents condicions:

Mesures Protecció i EPI's	N.D.
EPI's	0,3
Neteja i Ordre	N.D.
Ordenat i brut	0,1
Eines i Mitjans Auxiliars	N.D.
Adequades i no conservades	0,1
Il·luminació	N.D.
Inadequada	0,1
Accessibilitat i espai de treball	N.D.
Practicable	0
TOTAL N.D.	0,6

4- Calcular el valor a_p , a partir de la taula 3.2:

Tipus de Risc	a_p
Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0,127

5- Substituint els valors, s'obté el resultat de P:

$$P = NE \cdot ND \cdot a_p$$

$$P = 0,166 \cdot 0,6 \cdot 0,127$$

$$P = 0,0126492$$

6- Seleccionar el tipus de conseqüència (dany o lesió) més probable que es pot esdevenir en funció del risc triat, considerant per a la seva elecció les deficiències del lloc de treball. Ens ho mostra la taula 3.6:

Tipus de Lesió (Conseqüències)
Lesions múltiples

7- Assignar a la conseqüència triada anteriorment el seu valor de NC, segons la taula 3.8:

DESCRIPCIÓ DE LA LESIÓ PER ORDRE DE GRAVETAT (CONSEQÜÈNCIES)	NC
Lesions múltiples	40

8- Classificar la conseqüència segons la taula 3.9:

DESCRIPCIÓ DE LA LESIÓ PER ORDRE DE GRAVETAT (CONSEQÜÈNCIES)	GRUP
Lesions múltiples	A

9- Substituir a_c , en funció de la classificació de la conseqüència a la taula 3.10:

Tipus de Risc	C	B	A
Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0,957	0,040	0,0028

10- Substituint els valors, s'obté el resultat de C:

$$C = NC \cdot a_c$$

$$C = 40 \cdot 0,0028$$

$$C = 0,112$$

11- Finalment, obtenim el valor de R:

$$R = P \cdot C$$

$$R = 0,0126492 \cdot 0,112$$

$$R = 1,41 \cdot 10^{-3}$$

3.4 GUIA D'APLICACIÓ PRÀCTICA DE LA METODOLOGIA

En aquest apartat es desenvolupa de forma sintètica la metodologia proposada, de manera que pugui servir d'eina d'aplicació per als professionals encarregats d'avaluar el risc en les obres.

Aquest document queda definit en l'Annex I.

4. COMPARATIVA I ANÀLISI

4.1. CRITERIS DE COMPARACIÓ

En aquest apartat, es comparen tres avaluacions de riscos pertanyents a tres Plans de Seguretat i Salut diferents, realitzades de manera independent i sense connexió. Com es pot entendre, les obres on s'han realitzat aquestes avaluacions tampoc tenen cap vinculació.

L'objectiu que es persegueix és comparar, mitjançant l'aplicació de la nova metodologia proposada en el capítol 3, tres capítols de la mateixa obra entre si, i alhora comparar-los amb els respectius capítols de les altres obres.

Els capítols d'obra comparats són el següents:

- Fonaments.
- Tancaments d'Obra.
- Acabats interiors de revestiments (Pintura).

4.2. OBRA 1: CONSTRUCCIÓ D'EDIFICI ENTRE MITGERES PER A ÚS D'HABITATGES, APARCAMENTS I LOCALS

- Emplaçament

L'obra està situada en el Districte de Gràcia, en el barri de La Salut, vora l'entrada est del Parc Güell. El nou edifici tindrà accés per tres carrers, concretament en el número 77-79 del coll d'en Portell (vessant Besòs), Baixada de la Glòria 47 (costat mar) i C/ Sostres N° 14-16 (vessant Llobregat).

- Obra a realitzar

Es tracta de la construcció d'un edifici plurifamiliar a tres carrers destinat a 28 habitatges, locals comercials, i 41 places d'aparcament. D'alçada: 2 plantes + planta, planta baixa, coberta i 2 plantes soterranis; però amb 9 forjats –nivells diferents degut al desnivells de carrer i orografia del terreny-. Segons aquesta distribució vertical d'ús i superfícies construïdes respectives:

NIVELLS	ÚS	SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA (m ²)
Nivell H (Pl. Soterrani C/ Sostres)	Aparcaments planta inferior, recinte estació transformadora, i 3 plantes baixes de locals comercials.	694,56
Nivell G (Pl. Baixa C/ Sostres)	Aparcaments planta superior, 3 plantes d'altells de locals comercials i vestíbul, escala veïns. C/ Sostre 14-16.	582,21
Nivell F (Planta 1 ^a C/ Sostres i Planta baixa C/ Baixada Glòria)	2 Vivendes amb jardí interior a pati interior i trasters a C/ Sostres. Vivendes dúplex C/ Baixada Glòria.	554,01

Nivell E (Planta 2 ^a C/ Sostres Planta 1 ^a C/ Baixada Glòria, Planta soterrani C/ Coll d'en portell)	2 Vivendes planta 2 ^a C/ Sostres, 3 vivendes C/ B. Glòria, 1 vivenda i 1 soterrani, local, tríplex, escala C/ Coll d'en Portell.	677,34
Nivell D (Planta 2 ^a Baixada la Glòria, Planta Baixa Coll 'en Portell, planta coberta C7 Sostres).	Accés escala Av. Coll del Portell, (Habitatges i Locals . Al pati interior d'illa hi ha les plantes baixes de tres habitatges dúplex. C/ Baixada de la Glòria hi trobem tres habitatges. Planta Superior d'un habitatge dúplex amb accés des del nivell inferior. Adjacents a l'Av. Coll del Portell apareixen les plantes baixes de 4 locals comercials en tríplex, tres d'ells tenen accés des de l'interior de l'edifici i l'altre té accés directe des del carrer. Coberta zona de C/ Sostre.	500
Nivell C (Planta 3 ^a Baixa de la Glòria, Planta 1 ^a Coll d'en Portell.)	Hi ha habitatges i les plantes altell dels locals tríplex tenen accés des del nivell inferior. En el braç de l'Av. Coll del Portell i adjacents al pati interior d'illa, hi trobem les plantes altes dels habitatges dúplex amb accés en aquest nivell. En el braç paral·lel a la Baixada de la Glòria amb accés des de l'escala de l'Av. Coll del Portell 77, hi trobem tres habitatges.	371,23
Nivell B (Planta 4 ^a Coberta – terrassa Baixa de la Glòria, Planta 2 ^a Coll d'en Portell.)	Des de l'escala a l'Av. Coll del Portell, 79, s'accedeix a dos habitatges. L'escala del núm. 77 dóna accés a tres habitatges d'una terrassa a c/ Baixada de la Glòria.	380,90
Nivell A Planta 3 ^a coll d'en portell	De l'escala de Coll del Portell, 79. Per aquesta escala s'accedeix a dos habitatges. Per l'escala de l'Av. Coll del Portell, 77, s'accedeix a un habitatge.	233,50
Badalot	Sala d'instal·lacions d'aigua sanitària i telecomunicacions.	75
TOTAL SUPERFÍCIE		4.068,75

L'edifici té una amplitud de façana entre els 3 carrers de 88,60 m., una fondària edificable de 11 m., i una alçada reguladora de 10,6 m.

- Descripció de la construcció

A continuació, es descriuen només els capítols que s'inclouen a la comparativa:

- ✓ *Fonaments:*

Un cop feta la construcció dels micropilots, s'excavarà fins la cota inferior de cimentació per iniciar l'estructura del edifici mitjançant sabates aïllades. En aquesta cota de cimentació s'implantarà la grua torre en la part central del solar (zona del pati).

- ✓ *Tancaments d'obra:*

S'iniciarà la feina de ram de paleta en la preparació de les parets d'aparcament de soterrani i construcció de les divisòries entre locals, caixa d'escala, caixa d'ascensor. Es realitzaran amb material ceràmic (maó perforat de 15 cm.).

- ✓ *Acabats (Pintura):*

Un cop acabada la primera cara del tancament de cartró-guix (pladur) es passaran totes les conduccions de les instal·lacions de cada pis per tornar a doblar i acabar els envans. Aquests paraments verticals i horitzontals es regularitzaran amb pasta especial prèvia a les capes de pintura finals.

La informació relativa a aquesta obra es troba a l'annex VI.

4.3. OBRA 2: NOVA CONSTRUCCIÓ D'UN CENTRE MÈDIC A MOLINS DE REI

- Emplaçament:

L'edifici està situat a la localitat de Molins de Rei, en un solar de forma rectangular situat al final del Passeig del Terraplè N° 97.

- Obra a realitzar:

La nova construcció de 76,89 m. de llargària i 18 m. d'amplada és una residència geriàtrica. Consta de planta soterrani (aparcament, cuina, menjador, bugaderia, magatzems...), planta baixa (box d'atenció als pacients, despatxos per a metges, oficines, Hospital de dia, fisioteràpia...), tres plantes tipus (dormitoris i zones comuns de la residència) i la planta badalot (maquinària).

Es disposa d'una rampa d'accés a la planta soterrani.

- Descripció de la construcció. (Només capítols a comparar.)

- ✓ *Fonaments:*

Construcció de pantalles de fonamentació, riostres, lloses en fossats d'ascensors i sabates en murs de contenció vistos.

✓ *Tancaments d'obra:*

Formació de tancaments exteriors amb totxo tipus gero (15 cm.) i divisions interiors amb totxana (10 cm.) i supermaó d'1/4 foradat (7 cm.), col·locació de llindes, arrebossats i aplacats exteriors amb pedra natural.

✓ *Acabats (Pintura):*

Formació d'estuc monocapa i pintat de paraments verticals, horitzontals i inclinats, d'elements de serralleria, d'elements de fusta i de les instal·lacions vistes.

La informació relativa a aquesta obra es troba a l'annex VII.

4.4. OBRA 3: CONSTRUCCIÓ D'UNA NAU INDUSTRIAL

- Emplaçament:

La nau industrial es troba situada en el solar del carrer de Pedrosa Nº 7-9, dins del Polígon Industrial de La Pedrosa, a la localitat de Masquefa.

- Obra a realitzar:

Es tracta d'una nau de dues plantes formada per plantes rectangulars de dimensions variables. La façana principal (Sud), que comunica amb el C/ de la Pedrosa, i la façana posterior (Nord), tenen una longitud de 110,56 m. La façana Est tindrà una longitud de 68,50 m. i la façana Oest, que dona amb la parcel·la propietat de l'Excm. Ajuntament de Masquefa, farà 37,32 m.

La planta baixa tindrà un total de 6122,34 m², mentre que la planta pis, situada a la façana Oest de la nau, tindrà una superfície de 168,80 m². La superfície total construïda és de 6291,14 m².

- Descripció de la construcció. (Només capítols a comparar)

✓ *Fonaments:*

En referència a l'execució de la cimentació, es realitzarà l'excavació de les rases i pous necessaris per a la construcció dels fonaments de la nau i dels murs de contenció de terres que tindrà la parcel·la.

Tant les sabates com els murs es construiran amb formigó HA-25, que descansarà sobre una capa de formigó de neteja HM-20, fins a la cota indicada per la Direcció Facultativa (descansant sobre la capa de graves). Les riestres es realitzaran amb formigó HA-25 sobre una capa de formigó de neteja HM-20. S'usaran barres d'acer corrugades B-500 S de límit elàstic 500 N/m².

✓ *Tancaments d'obra:*

Formació de tancaments interiors amb totxo tipus gero (15 cm.) i divisions interiors amb totxana (10 cm.) i supermaó d'1/4 foradat (7 cm.).

✓ *Acabats (Pintura):*

Formació d'estuc monocapa i pintat de paraments verticals, horitzontals i inclinats, d'elements de serralleria, d'elements de fusta i de les instal·lacions vistes.

La informació relativa a aquesta obra es troba a l'annex VIII.

4.5. SISTEMÀTICA DE COMPARACIÓ

La sistemàtica de comparació segueix el mateix procediment per a les tres obres i els seus capítols corresponents.

Per tal de poder realitzar el comparatiu i obtenir uns resultats de referència acceptables, s'equiparen els graus de Probabilitat i de Conseqüències entre els mètodes aportats pels Plans de Seguretat i la nova metodologia proposada.

Cal dir que en el procés d'equiparació d'un valor qualitatiu a un valor quantitatiu, s'han produït petites desviacions en el resultat. Aquest fet es deu al caràcter subjectiu de la correspondència però, en tot cas, s'ha mantingut el mateix criteri durant tota la fase comparativa.

Els criteris de comparació segons el Nivell d'Exposició són:

PROBABILITAT ORIGINAL	$t_{\text{exposició}}$
Alta o (3)	6 hores
Mitja o (2)	4 hores
Baixa o (1)	2 hores

Es considera que el temps de la jornada laboral d'un treballador de qualsevol de les tres obres és de vuit hores. Així, $t_{\text{jornada}} = 8$ hores.

Degut a la impossibilitat de conèixer l'evolució d'aquestes obres, ja que varen finalitzar i l'elaboració dels plans de seguretat és prèvia a, es fa necessari proposar un Nivell de Deficiència (ND) arbitrari. Es considera una magnitud de 0,52 punts sobre 1 punt, nivell de deficiència màxim en la nova metodologia. Per tant, es considera un Nivell de Deficiència acceptable a totes les obres.

SISTEMÀTICA DE COMPARACIÓ

- 1- S'identifica el risc de l'avaluació de riscos aportada pel Pla de Seguretat i Salut existent:

Risc	Probabilitat	Gravetat	Magnitud risc
1.- Caigudes de persones a diferent nivell	MITJA	MOLT GREU	ELEVADA

- 2- Es determina una correspondència entre el risc original, entenent aquest com el risc que contempla el Pla de Seguretat i Salut, i el risc equivalent de la nova metodologia: (veure taula 4.1)

Risc Original	Risc Nova Metodologia
1.- Caigudes de persones a diferent nivell	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda

- 3- Determinar el Nivell d'Exposició (NE), segons els conceptes proposats en la nova metodologia: (veure taula 4.3)

Probabilitat Original	RISC NOVA METODOLOGIA	t _{exposició}	t _{jornada}	n _E	NE
MITJA	Aixafament sobre o contra resultat d'una	4	8	0,332	0,166

- 4- Assignar un valor de a_p, en funció del risc triat: (veure taula 3.2)

Tipus de Risc	a _p
Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0,127

- 5- Assignar el valor de Nivell de Deficiència (ND), establert per criteri anteriorment: (veure taula 3.5)

Tipus de Risc	ND
Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0,52

- 6- Calcular el valor de Probabilitat (P):

$$P = NE \cdot ND \cdot a_p$$

Tipus de Risc	P	Probabilitat Original
Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0,0109742	MITJA

- 7- Identificar el tipus de conseqüència (lesió) més freqüent: (veure taula 3.6)

Gravetat Original	Lesió
MOLT GREU	Lesions múltiples

- 8- Assignar el valor de Nivell de Conseqüències (NC) corresponent: (veure taula 3.8)

Lesió	NC
Lesions múltiples	40

9- Classificar la lesió segons el seu grup: (veure taula 3.9)

Lesió	GRUP
Lesions múltiples	A

10- Assignar el valor de a_c en funció del seu grup dins la classificació del risc: (veure taula 3.10)

Tipus de Risc	C	B	A
Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0.957	0.040	0.0028

11- Calcular el valor de les conseqüències (C):

$$C = NC \cdot a_c$$

Lesió	C	Gravetat Original
Lesions múltiples	0,112	MOLT GREU

12- Calcular el valor de R:

$$R = P \cdot C$$

Tipus de Risc	R	Magnitud riscos
Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	$1,22 \cdot 10^{-3}$	ELEVADA

D'aquesta manera, seguint la cronologia plantejada, s'obté la magnitud de cadascun dels riscos.

Finalment, s'ordenen els riscos de forma decreixent en funció de la seva magnitud, per tal de poder prioritzar les accions preventives a desenvolupar.

4.6. TAULES COMPARATIVES

En aquest apartat s'expressa el resultat d'aplicar la sistemàtica anterior de comparació entre els diferents capítols d'obra per cadascuna de les obres.

Per una banda es mostren les avaluacions de riscos obtingudes pels Plans de Seguretat i Salut i la seva correspondència amb el resultat de la nova metodologia proposada.

Els resultats es poden observar a continuació:

Els resultats obtinguts de la comparativa de d'avaluacions del capítol d'obra de Fonaments són els següents:

OBRA 1

Nº	RISC	Probabilitat	Gravetat	Magnitud riscos	Nº	RISC ORIGINAL	RISC NOVA METODOLOGIA	t _{exposició}	t _{jornada}	n _E	NE	ND	a _p	P	LESIÓ	NC	a _c	C	R
1	1.- Caigudes de persones a diferent nivell	MITJA	MOLT GREU	ELEVADA	1	26.- O.R. Manipulació de materials abrasius/tallants	Contacte amb agent material tallant (ganivet o fulla)	6	8	0,588	0,441	0,52	0,046	0,011	Ferides i lesions superficials	5	0,987	4,936	5,18·10⁻²
2	6.- Trepitjades sobre objectes o materials.	MITJA	GREU	MITJA	2	2.- Caigudes de persones al mateix nivell	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopagada o xoc contra un objecte immòbil	4	8	0,332	0,166	0,52	0,093	0,008	Ferides i lesions superficials	5	0,994	4,968	3,97·10⁻²
3	8.- Cops contra objectes mòbils	BAIXA	GREU	MITJA	3	9.- Cops contra objectes o eines	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopagada o xoc contra un objecte immòbil	4	8	0,332	0,166	0,52	0,093	0,008	Ferides i lesions superficials	5	0,994	4,968	3,97·10⁻²
4	11.- Atrapament per o entre objectes.	MITJA	GREU	MITJA	4	1.- Caigudes de persones a diferent nivell	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	4	8	0,332	0,166	0,52	0,127	0,011	Lesions múltiples	40	0,003	0,111	1,22·10⁻³
5	16.- Contactes elèctrics	BAIXA	MOLT GREU	MITJA	5	6.- Trepitjades sobre objectes o materials.	Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup agent material tallant, punxant, dur, rugós - no mencionat anteriorment	4	8	0,332	0,166	0,52	0,031	0,003	Ferides obertes	10	0,006	0,061	1,66·10⁻⁴
6	26.- O.R. Manipulació de materials abrasius/tallants	ALTA	LLEU	MITJA	6	11.- Atrapament per o entre objectes.	Quedar atrapat, ser aixafat - entre	4	8	0,332	0,166	0,52	0,005	0,0004	Lesions internes	10	0,041	0,410	1,63·10⁻⁴
7	4.- Caiguda d'objectes per manipulació	BAIXA	GREU	MITJA	7	4.- Caiguda d'objectes per manipulació	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	2	8	0,091	0,023	0,52	0,075	0,0009	Ferides obertes	10	0,013	0,132	1,17·10⁻⁴
8	2.- Caigudes de persones al mateix nivell	MITJA	LLEU	BAIXA	8	18.- Contacte amb substàncies càustiques o corrosives	Contacte amb substàncies perilloses - sobre o a través de la pell i ulls	4	8	0,332	0,166	0,52	0,015	0,0013	Cremades químiques (corrosió)	10	0,004	0,036	4,85·10⁻⁵
9	9.- Cops contra objectes o eines	MITJA	LLEU	BAIXA	9	16.- Contactes elèctrics	Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica	2	8	0,091	0,023	0,52	0,002	0,00002	Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc.)	25	0,076	1,910	3,90·10⁻⁵
10	18.- Contacte amb substàncies càustiques o corrosives	MITJA	LLEU	BAIXA	10	8.- Cops contra objectes mòbils	Xoc o cop contra un objecte en moviment, col·lisió amb	2	8	0,091	0,023	0,52	0,011	0,0001	Fractures tancades	25	0,008	0,202	2,60·10⁻⁵

Taula 4.1. Obra 1 – Fonaments

OBRA 2

Nº	RISC	Probabilitat	Gravetat	Magnitud riscos	Nº	RISC ORIGINAL	RISC NOVA METODOLOGIA	t _{exposició}	t _{jornada}	n _E	NE	ND	a _p	P	LESIÓ	NC	a _c	C	R
1	11.- Atrapaments per o entre objectes.	ALTA	GREU	ELEVAT	1	26.- O.R. Manipulació de materials abrasius/tallants	Contacte amb agent material tallant (ganivet o fulla)	6	8	0,588	0,441	0,52	0,046	0,011	Ferides i lesions superficials	5	0,987	4,936	5,18·10⁻²
2	16.- Contactes elèctrics.	BAIXA	MOLT GREU	MEDI	2	2.- Caigudes de persones al mateix nivell	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopagada o xoc contra un objecte immòbil	2	8	0,091	0,023	0,52	0,093	0,001	Ferides i lesions superficials	5	0,994	4,968	5,42·10⁻³
3	26.- O. R.: manipulació de	ALTA	LLEU	MEDI	3	4.- Caiguda d'objectes per manipulació	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	2	8	0,091	0,023	0,52	0,075	0,001	Ferides i lesions superficials	5	0,990	4,950	4,38·10⁻³

	materials abrasius.																		
4	8.- Cops amb elements mòbils de màquines.	BAIXA	GREU	BAIX	4	11.- Atrapament per o entre objectes.	Quedar atrapat, ser aixafat - entre	6	8	0,588	0,441	0,52	0,005	0,001	Lesions internes	10	0,041	0,410	4,33·10⁻⁴
5	9.- Cops amb objectes o eines.	BAIXA	GREU	BAIX	5	1.- Caigudes de persones a diferent nivell	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	2	8	0,091	0,023	0,52	0,127	0,001	Lesions múltiples	40	0,003	0,111	1,67·10⁻⁴
6	18.- Contactes amb substàncies càustiques o corrosives	MÈDIA	LLEU	BAIX	6	18.- Contacte amb substàncies càustiques o corrosives	Contacte amb substàncies perilloses - sobre o a través de la pell i ulls	4	8	0,332	0,166	0,52	0,015	0,001	Cremades químiques (corrosió)	10	0,004	0,036	4,85·10⁻⁵
7	1.- Caigudes de persones a diferent nivell.	BAIXA	GREU	BAIX	7	16.- Contactes elèctrics	Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica	2	8	0,091	0,023	0,52	0,002	0,00002	Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc.)	25	0,076	1,910	3,90·10⁻⁵
8	2.- Caigudes de persones al mateix nivell.	BAIXA	LLEU	ÍNFIM	8	8.- Cops contra objectes mòbils	Xoc o cop contra un objecte en moviment, col·lisió amb	2	8	0,091	0,023	0,52	0,011	0,0001	Fractures tancades	25	0,008	0,202	2,60·10⁻⁵
9	4.- Caiguda d'objectes per manipulació.	BAIXA	LLEU	ÍNFIM	9	6.- Trepitjades sobre objectes o materials.	Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup agent material tallant, punxant, dur, rugós - no mencionat anteriorment	2	8	0,091	0,023	0,52	0,031	0,0004	Ferides i lesions superficials	5	0,006	0,031	1,14·10⁻⁵
10	6.- Trepitjades sobre objectes.	BAIXA	LLEU	ÍNFIM	10	9.- Cops contra objectes o eines	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopegada o xoc contra un objecte immòbil	2	8	0,091	0,023	0,52	0,093	0,001	Fractures tancades	25	0,000	0,004	4,73·10⁻⁶

Taula 4.2. Obra 2 – Fonaments

OBRA 3

Nº	RISC	Probabilitat	Gravetat	Magnitud riscos	Nº	RISC ORIGINAL	RISC NOVA METODOLOGIA	t _{exposició}	t _{jornada}	n _E	NE	ND	a _p	P	LESIÓ	NC	a _c	C	R
1	4.- Caiguda d'objectes per manipulació.	2	2	3	1	13.- Sobreesforços	Sobreesforç físic - sobre el sistema múscul-esquelètic	4	8	0,332	0,166	0,52	0,324	0,028	Esquinços i torçades	5	0,999	4,996	1,40·10⁻¹
2	10.- Projecció de fragments o partícules	2	2	3	2	1.- Caigudes de persones a diferent nivell	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	4	8	0,332	0,166	0,52	0,127	0,011	Ferides i lesions superficials	5	0,957	4,785	5,25·10⁻²
3	9.- Cops amb objectes o eines.	2	2	3	3	2.- Caigudes de persones al mateix nivell	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopegada o xoc contra un objecte immòbil	4	8	0,332	0,166	0,52	0,093	0,008	Ferides i lesions superficials	5	0,994	4,968	3,97·10⁻²
4	13.- Sobreesforços	2	2	3	4	6.- Trepitjades sobre objectes o materials.	Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup agent material tallant, punxant, dur, rugós - no mencionat anteriorment	4	8	0,332	0,166	0,52	0,031	0,003	Ferides i lesions superficials	5	0,994	4,969	1,35·10⁻²
5	16.- Contactes elèctrics.	1	3	3	5	4.- Caiguda d'objectes per manipulació	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	4	8	0,332	0,166	0,52	0,075	0,006	Ferides obertes	10	0,013	0,132	8,56·10⁻⁴
6	1.- Caigudes de persones a diferent nivell.	2	1	2	6	9.- Cops contra objectes o eines	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopegada o xoc contra un objecte immòbil	4	8	0,332	0,166	0,52	0,093	0,008	Ferides obertes	10	0,006	0,062	4,99·10⁻⁴
7	2.- Caigudes de persones al mateix nivell.	2	1	2	7	14.- Exposició a condicions ambientals extremes	Contacte amb flames directes o objectes o entorns amb elevada temperatura	2	8	0,091	0,023	0,52	0,005	0,0001	Altres efectes de les temperatures extremes, la llum i la radiació	5	0,974	4,872	2,71·10⁻⁴

8	6.- Trepitjades sobre objectes.	2	1	2
9	11.- Atrapaments per o entre objectes.	1	2	2
10	14.- Exposició a condicions ambientals extremes	1	2	2
11	18.- Contactes amb substàncies càustiques o corrosives	2	1	2
12	25.- Atrapaments o cops amb vehicles	1	2	2
P: Probabilitat (1,2,3) / G: Gravetat (1,2,3) / A: Avaluació (1,2,3,4,5)				

8	18.- Contacte amb substàncies càustiques o corrosives	Contacte amb substàncies perilloses - sobre o a través de la pell i ulls	4	8	0,332	0,166	0,52	0,015	0,001	Cremades químiques (corrosió)	10	0,004	0,036	4,85·10⁻⁵
9	16.- Contactes elèctrics	Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica	2	8	0,091	0,023	0,52	0,002	0,00002	Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc.)	25	0,076	1,910	3,90·10⁻⁵
10	11.- Atrapament per o entre objectes.	Quedar atrapat, ser aixafat - entre	2	8	0,091	0,023	0,52	0,005	0,0001	Lesions internes	10	0,041	0,410	2,22·10⁻⁵
11	25.- Atrapaments o cops amb vehicles	Xoc o cop contra un objecte, en moviment inclosos els vehicles	2	8	0,091	0,023	0,52	0,011	0,0001	Commocions i lesions internes	10	0,015	0,153	2,03·10⁻⁵
12	10.- Projecció de fragments o partícules	Xoc o cop amb un objecte o fragment - projectat	4	8	0,332	0,166	0,52	0,011	0,001	Lesions superficials, cossos estranys als ulls	5	0,000	0,002	1,76·10⁻⁶

Taula 4.3. Obra 3 – Fonaments

Els resultats obtinguts de la comparativa de d'avaluacions del capítol d'obra de Tancaments d'obra són els següents:

OBRA 1

Nº	RISC	Probabilitat	Gravetat	Magnitud riscos
1	1.- Caigudes de persones a diferent nivell	MITJA	MOLT GREU	ELEVADA
2	5.- Caiguda d'objectes	MITJA	GREU	MITJA
3	11.- Atrapament per o entre objectes.	BAIXA	GREU	MITJA
4	2.- Caigudes de persones al mateix nivell	MITJA	GREU	MITJA
5	10.- Projecció de fragments o partícules	BAIXA	GREU	BAIXA
6	13.- Sobreessforços	MITJA	LLEU	BAIXA
7	16.- Contactes elèctrics	BAIXA	GREU	BAIXA
8	3.- Caiguda d'objectes per desplomaments.	BAIXA	GREU	BAIXA
9	6.- Trepitjades sobre objectes o materials.	BAIXA	GREU	BAIXA

Nº	RISC ORIGINAL	RISC NOVA METODOLOGIA	t _{exposició}	t _{jornada}	n _E	NE	ND	a _p	P	LESIÓ	NC	a _c	C	R
1	13.- Sobreessforços	Sobreessforç físic - sobre el sistema múscul-esquelètic	4	8	0,332	0,166	0,52	0,324	0,028	Esquinços i torçades	5	0,999	4,996	1,40·10⁻¹
2	4.- Caiguda d'objectes per manipulació	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	2	8	0,091	0,023	0,52	0,075	0,001	Ferides i lesions superficials	5	0,986	4,931	4,37·10⁻³
3	1.- Caigudes de persones a diferent nivell	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	4	8	0,332	0,166	0,52	0,127	0,011	Mort	100	0,003	0,278	3,05·10⁻³
4	2.- Caigudes de persones al mateix nivell	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopagada o xoc contra un objecte immòbil	4	8	0,332	0,166	0,52	0,093	0,008	Fractures d'ossos	25	0,006	0,156	1,25·10⁻³
5	5.- Caiguda d'objectes	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	4	8	0,332	0,166	0,52	0,075	0,006	Ferides obertes	10	0,013	0,130	8,42·10⁻⁴
6	7.- Cops contra objectes immòbils	Col·lisió amb un objecte, vehicles o persones (treballador en moviment)	2	8	0,091	0,023	0,52	0,013	0,0002	Ferides i lesions superficials	5	0,988	4,939	7,47·10⁻⁴
7	3.- Caiguda d'objectes per desplomaments.	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	2	8	0,091	0,023	0,52	0,075	0,001	Ferides obertes	10	0,013	0,130	1,15·10⁻⁴
8	9.- Cops contra objectes o eines	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopagada o xoc contra un objecte immòbil	2	8	0,091	0,023	0,52	0,093	0,001	Commocions i lesions internes	10	0,006	0,062	6,87·10⁻⁵
9	17.- Inhalació de substàncies nocives	Contacte amb substàncies perilloses - a través del nas, la boca	2	8	0,091	0,023	0,52	0,001	0,00001	Altres lesions especificades no incloses en aquesta classificació	5	0,965	4,823	5,18·10⁻⁵

10	8.- Cops contra objectes mòbils	BAIXA	GREU	BAIXA	10	16.- Contactes elèctrics	Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica	2	8	0,091	0,023	0,52	0,002	0,00002	Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc.)	25	0,076	1,900	4,50·10⁻⁵
11	9.- Cops contra objectes o eines	BAIXA	GREU	BAIXA	11	8.- Cops contra objectes mòbils	Xoc o cop contra un objecte en moviment, col·lisió amb	2	8	0,091	0,023	0,52	0,011	0,0001	Fractures tancades	25	0,008	0,200	2,60·10⁻⁵
12	4.- Caiguda d'objectes per manipulació	BAIXA	LLEU	ÍNFINA	12	11.- Atrapament per o entre objectes.	Quedar atrapat, ser aixafat - entre	2	8	0,091	0,023	0,52	0,005	0,0001	Lesions internes	10	0,041	0,410	2,43·10⁻⁵
13	7.- Cops contra objectes immòbils	BAIXA	LLEU	ÍNFINA	13	6.- Trepitjades sobre objectes o materials.	Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup agent material tallant, punxant, dur, rugós - no mencionat anteriorment	2	8	0,091	0,023	0,52	0,031	0,0004	Ferides obertes	10	0,006	0,060	2,20·10⁻⁵
14	17.- Inhalació de substàncies nocives	BAIXA	LLEU	ÍNFINA	14	10.- Projecció de fragments o partícules	Xoc o cop amb un objecte o fragment - projectat	2	8	0,091	0,023	0,52	0,011	0,0001	Lesions superficials, cossos estranys als ulls	5	0,0004	0,002	2,41·10⁻⁷

Taula 4.4. Obra 1 – Tancaments d'obra

OBRA 2

Nº	RISC	Probabilitat	Gravetat	Magnitud riscos	Nº	RISC ORIGINAL	RISC NOVA METODOLOGIA	t _{exposició}	t _{jornada}	n _E	NE	ND	a _p	P	LESIÓ	NC	a _c	C	R
1	1- Caigudes de persones a diferent nivell	ALTA	MOLT GREU	CRÍTIC	1	13.- Sobreesforços	Sobreesforç físic - sobre el sistema múscul-esquelètic	2	8	0,091	0,023	0,52	0,324	0,004	Esquinços i torçades	5	0,999	4,996	1,91·10⁻²
2	2- Caigudes de persones al mateix nivell	ALTA	GREU	ELEVAT	2	7.- Cops contra objectes immòbils	Col·lisió amb un objecte, vehicles o persones (treballador en moviment)	6	8	0,588	0,441	0,52	0,013	0,003	Ferides i lesions superficials	5	0,988	4,939	1,45·10⁻²
3	3-Caiguda d'objectes per desplom	MÈDIA	MOLT GREU	ELEVAT	3	1.- Caigudes de persones a diferent nivell	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	6	8	0,588	0,441	0,52	0,127	0,029	Mort	100	0,003	0,278	8,09·10⁻³
4	5-Caiguda d'objectes	ALTA	GREU	ELEVAT	4	4.- Caiguda d'objectes per manipulació	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	2	8	0,091	0,023	0,52	0,075	0,001	Ferides i lesions superficials	5	0,986	4,931	4,37·10⁻³
5	6-Trepitjades sobre objectes	ALTA	GREU	ELEVAT	5	2.- Caigudes de persones al mateix nivell	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopegada o xoc contra un objecte immòbil	6	8	0,588	0,441	0,52	0,093	0,021	Fractures d'ossos	25	0,006	0,156	3,33·10⁻³
6	7-Cops contra objectes immòbils	ALTA	LLEU	MEDI	6	3.- Caiguda d'objectes per desplomaments.	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	4	8	0,332	0,166	0,52	0,075	0,006	Commocions i lesions intracranials	35	0,013	0,455	2,95·10⁻³
7	8-Cops amb elements mòbils de màquines	MÈDIA	GREU	MEDI	7	5.- Caiguda d'objectes	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	6	8	0,588	0,441	0,52	0,075	0,017	Ferides obertes	10	0,013	0,130	2,24·10⁻³
8	16-Contactes elèctrics	MÈDIA	GREU	MEDI	8	9.- Cops contra objectes o eines	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopegada o xoc contra un objecte immòbil	4	8	0,332	0,166	0,52	0,093	0,008	Commocions i lesions internes	10	0,006	0,062	5,02·10⁻⁴
9	26-O R: manipulació de materials abrasius	ALTA	LLEU	MEDI	9	6.- Trepitjades sobre objectes o materials.	Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup agent material tallant, punxant, dur, rugós - no mencionat anteriorment	6	8	0,588	0,441	0,52	0,031	0,007	Ferides obertes	10	0,006	0,060	4,26·10⁻⁴
10	9-Cops amb objectes o eines	MÈDIA	LLEU	BAIX	10	17.- Inhalació de substàncies nocives	Contacte amb substàncies perilloses - a través del nas, la boca	4	8	0,332	0,166	0,52	0,001	0,000	Altres lesions especificades no incloses en aquesta classificació	5	0,965	4,823	3,78·10⁻⁴

11	10-Projecció de fragments o partícules	MÈDIA	LLEU	BAIX	11	16.- Contactes elèctrics	Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica	4	8	0,332	0,166	0,52	0,002	0,0002	Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc.)	25	0,076	1,900	3,28·10⁻⁴
12	17-Inhalació o ingestió de substàncies nocives	MÈDIA	LLEU	BAIX	12	8.- Cops contra objectes mòbils	Xoc o cop contra un objecte en moviment, col·lisió amb	4	8	0,332	0,166	0,52	0,011	0,001	Fractures tancades	25	0,008	0,200	1,90·10⁻⁴
13	18-Contactes amb substàncies càustiques o corrosives	MÈDIA	LLEU	BAIX	13	26-O R: manipulació de materials abrasius	Contacte amb substàncies perilloses - sobre o a través de la pell i ulls	6	8	0,588	0,441	0,52	0,015	0,004	Cremades químiques (corrosió)	10	0,004	0,036	1,29·10⁻⁴
14	4-Caiguda d'objectes per manipulació	BAIXA	LLEU	ÍNFIM	14	18-Contactes amb substàncies càustiques o corrosives	Contacte amb substàncies perilloses - sobre o a través de la pell i ulls	4	8	0,332	0,166	0,52	0,015	0,001	Cremades químiques (corrosió)	10	0,004	0,036	4,85·10⁻⁵
15	13-Sobreesforços	BAIXA	LLEU	ÍNFIM	15	10.- Projecció de fragments o partícules	Xoc o cop amb un objecte o fragment - projectat	4	8	0,332	0,166	0,52	0,011	0,001	Lesions superficials, cossos estranys als ulls	5	0,0004	0,002	1,76·10⁻⁶

Taula 4.5. Obra 2 – Tancaments d'obra

OBRA 3

Nº	RISC	Probabilitat	Gravetat	Magnitud riscos	Nº	RISC ORIGINAL	RISC NOVA METODOLOGIA	t _{exposició}	t _{jornada}	n _E	NE	ND	a _p	P	LESIÓ	NC	a _c	C	R
1	1.- Caigudes de persones a diferent nivell.	2	3	4	1	13.- Sobreesforços	Sobreesforç físic - sobre el sistema múscul-esquelètic	4	8	0,332	0,166	0,52	0,324	0,028	Esquinços i torçades	5	0,999	4,996	1,40·10⁻¹
2	4.- Caiguda d'objectes per manipulació.	1	3	3	2	1.- Caigudes de persones a diferent nivell	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	4	8	0,332	0,166	0,52	0,127	0,011	Mort	100	0,003	0,278	3,05·10⁻³
3	6.- Trepitjades sobre objectes.	2	2	3	3	17.- Inhalació de substàncies nocives	Contacte amb substàncies perilloses - a través del nas, la boca	4	8	0,332	0,166	0,52	0,001	0,0001	Altres lesions especificades no incloses en aquesta classificació	5	0,965	4,823	3,78·10⁻⁴
4	9.- Cops amb objectes o eines.	2	2	3	4	16.- Contactes elèctrics	Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica	4	8	0,332	0,166	0,52	0,002	0,0002	Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc.)	25	0,076	1,900	3,28·10⁻⁴
5	11.- Atrapaments per o entre objectes.	1	3	3	5	14.- Exposició a condicions ambientals extremes	Contacte amb flames directes o objectes o entorns amb elevada temperatura	2	8	0,091	0,023	0,52	0,005	0,0001	Altres efectes de les temperatures extremes, la llum i la radiació	5	0,974	4,872	2,71·10⁻⁴
6	13.- Sobreesforços	2	2	3	6	8.- Cops contra objectes mòbils	Xoc o cop contra un objecte en moviment, col·lisió amb	4	8	0,332	0,166	0,52	0,011	0,001	Fractures tancades	25	0,008	0,200	1,90·10⁻⁴
7	2.- Caigudes de persones al mateix nivell.	1	2	2	7	2.- Caigudes de persones al mateix nivell	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopagada o xoc contra un objecte immòbil	2	8	0,091	0,023	0,52	0,093	0,001	Fractures d'ossos	25	0,006	0,156	1,72·10⁻⁴
8	10.- Projecció de fragments o partícules	2	1	2	8	6.- Trepitjades sobre objectes o materials.	Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup agent material tallant, punxant, dur, rugós - no mencionat anteriorment	4	8	0,332	0,166	0,52	0,031	0,003	Ferides obertes	10	0,006	0,060	1,61·10⁻⁴
9	14.- Exposició a condicions ambientals extremes	1	2	2	9	4.- Caiguda d'objectes per manipulació	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	2	8	0,091	0,023	0,52	0,075	0,001	Ferides obertes	10	0,013	0,132	1,17·10⁻⁴

10	16.- Contactes elèctrics.	1	2	2
11	17.- Inhalació o ingestió substàncies nocives	2	1	2
12	18.- Contactes amb substàncies càustiques o corrosives	2	1	2
P: Probabilitat (1,2,3) / G: Gravetat (1,2,3) / A: Avaluació (1,2,3,4,5)				

10	18-Contactes amb substàncies càustiques o corrosives	Contacte amb substàncies perilloses - sobre o a través de la pell i ulls	4	8	0,332	0,166	0,52	0,015	0,001	Cremades químiques (corrosió)	10	0,004	0,036	4,85·10⁻⁵
11	11.- Atrapament per o entre objectes.	Quedar atrapat, ser aixafat - entre	2	8	0,091	0,023	0,52	0,005	0,0001	Lesions múltiples	40	0,002	0,089	5,26·10⁻⁶
12	10.- Projecció de fragments o partícules	Xoc o cop amb un objecte o fragment - projectat	4	8	0,332	0,166	0,52	0,011	0,001	Lesions superficials, cossos estranys als ulls	5	0,0004	0,002	1,76·10⁻⁶

Taula 4.6. Obra 3 – Tancaments d'obra

Els resultats obtinguts de la comparativa de d'avaluacions per el capítol d'obra de Acabats (pintura) són els següents:

OBRA 1

Nº	RISC	Probabilitat	Gravetat	Magnitud riscos
1	1.- Caigudes de persones a diferent nivell	MITJA	MOLT GREU	ELEVADA
2	2.- Caigudes de persones al mateix nivell	ALTA	GREU	ELEVADA
3	10.- Projecció de fragments o partícules	ALTA	GREU	ELEVADA
4	20.- Explosions	BAIXA	MOLT GREU	MITJA
5	5.- Caiguda d'objectes	MITJA	GREU	MITJA
6	13.- Sobreexforços	MITJA	GREU	MITJA
7	18.- Contacte a substàncies càustiques o corrosives	MITJA	GREU	MITJA
8	3.- Caiguda d'objectes per desplomaments.	BAIXA	GREU	BAIXA
9	6.- Trepitjades sobre objectes o materials.	MITJA	LLEU	BAIXA
10	9.- Cops contra objectes o eines	BAIXA	LLEU	ÍNFIMA

Nº	RISC ORIGINAL	RISC NOVA METODOLOGIA	t _{exposició}	t _{jornada}	n _E	NE	ND	a _p	P	LESIÓ	NC	a _c	C	R
1	13.- Sobreexforços	Sobreexforç físic - sobre el sistema múscul-esquelètic	4	8	0,332	0,166	0,52	0,324	0,028	Esquinços i torçades	5	0,999	4,996	1,40·10⁻¹
2	6.- Trepitjades sobre objectes o materials.	Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup agent material tallant, punxant, dur, rugós - no mencionat anteriorment	4	8	0,332	0,166	0,52	0,031	0,003	Ferides i lesions superficials	5	0,994	4,969	1,33·10⁻²
3	2.- Caigudes de persones al mateix nivell	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopegada o xoc contra un objecte immòbil	6	8	0,588	0,441	0,52	0,093	0,021	Fractures d'ossos	25	0,006	0,150	3,20·10⁻³
4	1.- Caigudes de persones a diferent nivell	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	4	8	0,332	0,166	0,52	0,127	0,011	Lesions múltiples	40	0,003	0,120	1,32·10⁻³
5	5.- Caiguda d'objectes	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	4	8	0,332	0,166	0,52	0,075	0,006	Ferides obertes	10	0,013	0,130	8,42·10⁻⁴
6	7.- Cops contra objectes immòbils	Col·lisió amb un objecte, vehicles o persones (treballador en moviment)	2	8	0,091	0,023	0,52	0,013	0,0002	Ferides i lesions superficials	5	0,988	4,940	7,60·10⁻⁴
7	3.- Caiguda d'objectes per desplomaments.	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	2	8	0,091	0,023	0,52	0,075	0,001	Ferides obertes	10	0,013	0,130	1,15·10⁻⁴
8	18-Contactes amb substàncies càustiques o corrosives	Contacte amb substàncies perilloses - sobre o a través de la pell i ulls	4	8	0,332	0,166	0,52	0,015	0,001	Cremades químiques (corrosió)	10	0,004	0,036	4,85·10⁻⁵
9	20.- Explosions	Cap informació	2	8	0,091	0,023	0,52	0,017	0,0002	Commocions i lesions internes	10	0,008	0,079	1,61·10⁻⁵
10	10.- Projecció de fragments o partícules	Xoc o cop amb un objecte o fragment - projectat	6	8	0,588	0,441	0,52	0,011	0,003	Lesions superficials, cossos estranys als ulls	5	0,0004	0,002	5,04·10⁻⁶

Taula 4.7. Obra 1 – Acabats (Pintura)

OBRA 2

Nº	RISC	Probabilitat	Gravetat	Magnitud riscos	Nº	RISC ORIGINAL	RISC NOVA METODOLOGIA	t _{exposició}	t _{jornada}	n _E	NE	ND	a _p	P	LESIÓ	NC	a _c	C	R
1	1.-Caigudes de persones a diferent nivell.	MÈDIA	MOLT GREU	ELEVAT	1	9.- Cops contra objectes o eines	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopagada o xoc contra un objecte immòbil	4	8	0,332	0,166	0,52	0,093	0,008	Ferides i lesions superficials	5	0,994	4,968	3,97·10⁻²
2	7.-Cops contra objectes immòbils.	ALTA	LLEU	MEDI	2	4.-Caiguda d'objectes per manipulació.	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	4	8	0,332	0,166	0,52	0,075	0,006	Ferides i lesions superficials	5	0,986	4,931	3,19·10⁻²
3	8.-Cops amb elements mòbils de màquines.	MÈDIA	GREU	MEDI	3	13.- Sobreesforços	Sobreesforç físic - sobre el sistema múscul-esquelètic	2	8	0,091	0,023	0,52	0,324	0,004	Esquinços i torçades	5	0,999	4,996	1,91·10⁻²
4	16.-Contactes elèctrics.	MÈDIA	GREU	MEDI	4	7.- Cops contra objectes immòbils	Col·lisió amb un objecte, vehicles o persones (treballador en moviment)	6	8	0,588	0,441	0,52	0,013	0,003	Ferides i lesions superficials	5	0,988	4,940	1,47·10⁻²
5	18.-Contactes amb substàncies càustiques o corrosives	MÈDIA	GREU	MEDI	5	6.- Trepitjades sobre objectes o materials.	Altre contacte - modalitat de lesió coneguda del grup agent material tallant, punxant, dur, rugós - no mencionat anteriorment	4	8	0,332	0,166	0,52	0,031	0,003	Ferides i lesions superficials	5	0,994	4,969	1,33·10⁻²
6	20.-Explosions.	BAIXA	MOLT GREU	MEDI	6	1.- Caigudes de persones a diferent nivell	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	4	8	0,332	0,166	0,52	0,127	0,011	Lesions múltiples	40	0,003	0,120	1,32·10⁻³
7	26.-O. R.: manipulació de materials abrasius.	ALTA	LLEU	MEDI	7	2.- Caigudes de persones al mateix nivell	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopagada o xoc contra un objecte immòbil	4	8	0,332	0,166	0,52	0,093	0,008	Fractures d'ossos	25	0,006	0,150	1,20·10⁻³
8	2.-Caigudes de persones al mateix nivell.	MÈDIA	GREU	MEDI	8	16.- Contactes elèctrics	Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica	4	8	0,332	0,166	0,52	0,002	0,0002	Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc.)	25	0,076	1,900	3,28·10⁻⁴
9	3.-Caiguda d'objectes per desplom.	BAIXA	GREU	BAIX	9	8.- Cops contra objectes mòbils	Xoc o cop contra un objecte en moviment, col·lisió amb	4	8	0,332	0,166	0,52	0,011	0,001	Fractures tancades	25	0,008	0,200	1,90·10⁻⁴
10	4.-Caiguda d'objectes per manipulació.	MÈDIA	LLEU	BAIX	10	26-O R: manipulació de materials abrasius	Contacte amb substàncies perilloses - sobre o a través de la pell i ulls	6	8	0,588	0,441	0,52	0,015	0,004	Cremades químiques (corrosió)	10	0,004	0,036	1,29·10⁻⁴
11	5.-Caiguda d'objectes.	BAIXA	GREU	BAIX	11	3.- Caiguda d'objectes per desplomaments.	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	2	8	0,091	0,023	0,52	0,075	0,001	Ferides obertes	10	0,013	0,130	1,15·10⁻⁴
12	6.-Trepitjades sobre objectes.	MÈDIA	LLEU	BAIX	12	5.- Caiguda d'objectes	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	2	8	0,091	0,023	0,52	0,075	0,001	Ferides obertes	10	0,013	0,130	1,15·10⁻⁴
13	9.-Cops amb objectes o eines.	MÈDIA	LLEU	BAIX	13	17.- Inhalació de substàncies nocives	Contacte amb substàncies perilloses - a través del nas, la boca	2	8	0,091	0,023	0,52	0,001	0,00001	Altres lesions especificades no incloses en aquesta classificació	5	0,965	4,823	5,18·10⁻⁵
14	10.-Projecció de fragments o partícules.	MÈDIA	LLEU	BAIX	14	18-Contactes amb substàncies càustiques o corrosives	Contacte amb substàncies perilloses - sobre o a través de la pell i ulls	4	8	0,332	0,166	0,52	0,015	0,001	Cremades químiques (corrosió)	10	0,004	0,036	4,85·10⁻⁵
15	13.-Sobreesforços.	BAIXA	GREU	BAIX	15	20.- Explosions	Cap informació	2	8	0,091	0,023	0,52	0,017	0,0002	Commocions i lesions internes	10	0,008	0,079	1,61·10⁻⁵
16	17.-Inhalació o ingestió de substàncies nocives.	BAIXA	GREU	BAIX	16	21.-Incendis.	Cap informació	2	8	0,091	0,023	0,52	0,015	0,0002	Cremades i escaldaments (tèrmics)	15	0,004	0,054	9,97·10⁻⁶
17	21.-Incendis.	BAIXA	GREU	BAIX	17	10.- Projecció de fragments o partícules	Xoc o cop amb un objecte o fragment - projectat	4	8	0,332	0,166	0,52	0,011	0,001	Lesions superficials, cossos estranys als ulls	5	0,0004	0,002	1,90·10⁻⁶

Taula 4.8. Obra 2 – Acabats (Pintura)

OBRA 3

Nº	RISC	Probabilitat	Gravetat	Magnitud riscos
1	1.- Caigudes de persones a diferent nivell.	2	3	4
2	17.- Inhalació o ingestió substàncies nocives	3	2	4
3	4.- Caiguda d'objectes per manipulació.	1	3	3
4	10.- Projecció de fragments o partícules	3	1	3
5	9.- Cops amb objectes o eines.	2	1	3
6	13.- Sobreexforços	2	2	3
7	16.- Contactes elèctrics.	1	3	3
8	18.- Contactes amb substàncies càustiques o corrosives	2	2	3
9	14.- Exposició a condicions ambientals extremes	1	2	2
10	2.- Caigudes de persones al mateix nivell.	1	1	1
P: Probabilitat (1,2,3) / G: Gravetat (1,2,3) / A: Avaluació (1,2,3,4,5)				

Nº	RISC ORIGINAL	RISC NOVA METODOLOGIA	t _{exposició}	t _{jornada}	n _E	NE	ND	a _p	P	LESIÓ	NC	a _c	C	R
1	13.- Sobreexforços	Sobreexforç físic - sobre el sistema múscul-esquelètic	4	8	0,332	0,166	0,52	0,324	0,028	Esquinços i torçades	5	0,999	4,996	1,40·10⁻¹
2	9.- Cops contra objectes o eines	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopegada o xoc contra un objecte immòbil	4	8	0,332	0,166	0,52	0,093	0,008	Ferides i lesions superficials	5	0,994	4,968	3,97·10⁻²
3	2.- Caigudes de persones al mateix nivell	Aixafament sobre o contra, resultat d'una ensopegada o xoc contra un objecte immòbil	2	8	0,091	0,023	0,52	0,093	0,001	Ferides i lesions superficials	5	0,994	4,968	5,47·10⁻³
4	1.- Caigudes de persones a diferent nivell	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	4	8	0,332	0,166	0,52	0,127	0,011	Mort	100	0,003	0,278	3,05·10⁻³
5	17.- Inhalació de substàncies nocives	Contacte amb substàncies perilloses - a través del nas, la boca	6	8	0,588	0,441	0,52	0,001	0,0002	Altres lesions especificades no incloses en aquesta classificació	5	0,965	4,823	1,00·10⁻³
6	14.- Exposició a condicions ambientals extremes	Contacte amb flames directes o objectes o entorns amb elevada temperatura	2	8	0,091	0,023	0,52	0,005	0,0001	Altres efectes de les temperatures extremes, la llum i la radiació	5	0,974	4,872	2,71·10⁻⁴
7	4.- Caiguda d'objectes per manipulació	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	2	8	0,091	0,023	0,52	0,075	0,001	Ferides obertes	10	0,013	0,132	1,17·10⁻⁴
8	18-Contactes amb substàncies càustiques o corrosives	Contacte amb substàncies perilloses - sobre o a través de la pell i ulls	4	8	0,332	0,166	0,52	0,015	0,001	Cremades químiques (corrosió)	10	0,004	0,036	4,85·10⁻⁵
9	16.- Contactes elèctrics	Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica	2	8	0,091	0,023	0,52	0,002	0,00002	Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc.)	25	0,076	1,900	4,48·10⁻⁵
10	10.- Projecció de fragments o partícules	Xoc o cop amb un objecte o fragment - projectat	6	8	0,588	0,441	0,52	0,011	0,003	Lesions superficials, cossos estranys als ulls	5	0,0004	0,002	4,67·10⁻⁶

Taula 4.9. Obra 3 – Acabats (Pintura)

4.7. COMPARATIVE CONCLUSIONS

Several conclusions can be drawn by the study of the results of this comparison.

At first, and using the new methodology, we can appreciate the uniformity that occurs in the resulting classification of compared risks. On the other hand, the final results come very close together when the different assessments of the same phase of work are compared.

For example, while the three assessments from the security plans related to the closing phase of work do not meet in the most serious risk, the new methodology places the risk of overexertion as the most serious. In this way, the magnitude of the risk gets closer to the accidental statistics due to the probability weighting factor.

This shows that there are substantial differences between the assessments of the same work phase made by different health and safety plans. These differences do not exist using the new methodology.

In addition, the new methodology is able to show substantial differences between the phases of the work that presents while the assessments of security plans proposed by the same work cannot do. These differences obtained from using the new methodology are due to different degrees of severity of consequences (for instance, injury), which allow you to adjust the risk severity level.

We can realize that the risk assessment made by the Security Work Plan Heads Number 1 is the same for the three phases which are the subject of this study (the risk of people falling at different levels). However, the results obtained with the new methodology demonstrate that does not happen the same, because the leading risks of the list are different in each three study phases.

To sum up, it is evident the consistency of this methodology, which approaches to the reality of accidents, reducing the subjectivity levels that the other methodologies preserve.

4.7. CONCLUSIONS COMPARATIVA

Després d'un estudi acurat dels resultats obtinguts d'aquesta comparativa, es poden extreure diverses conclusions.

Per una banda, es pot observar la uniformitat que s'esdevé en la classificació resultant dels riscos comparats mitjançant la nova metodologia. Dit d'una altra manera, un cop comparades les diferents avaluacions de la mateixa fase d'obra, els resultats finals s'aproximen molt entre ells.

Així, per exemple, mentre les tres avaluacions procedents dels Plans de Seguretat, referents a la fase de tancaments d'obra, no coincideixen en el risc més greu, la nova metodologia situa el risc de sobreexorç com el més greu. D'aquesta manera s'aproxima molt més la magnitud del risc a les estadístiques d'accidentalitat degut al factor de ponderació de la probabilitat.

Això demostra que existeixen diferències substancials entre les avaluacions de la mateixa fase d'obra realitzades per diferents Plans de Seguretat i Salut. Aquestes diferències no existeixen utilitzant la nova metodologia.

Per altra banda, mentre les avaluacions proposades pels Plans de Seguretat d'una mateixa obra no presenten diferències substancials entre les fases de l'obra, la nova metodologia sí que en presenta. Aquestes diferències extremes de la utilització de la nova metodologia són degudes als diversos graus de la gravetat de les conseqüències (lesions), que permeten ajustar molt més el nivell de severitat dels riscos.

Així, s'observa que el risc que encapçala l'avaluació feta pel Pla de Seguretat de la Obra N° 1 és el mateix per a les tres fases que són motiu d'estudi, risc de caiguda de persones a diferent nivell. En canvi, la comparativa realitzada amb la nova metodologia demostra que no succeeix el mateix en aquest cas, ja que els riscos cabdals a la llista són diferents en cada una de les tres fases d'estudi.

Així doncs, queda palesa la consistència d'aquesta metodologia donat que s'aproxima a la realitat de l'accidentalitat, tot reduint els nivells de subjectivitat que la resta de metodologies conserven.

5. CONCLUSIONS

This new risk methodology assessment has been created as a tool that aims to facilitate to the prevention professionals a prevention conducting risk analysis of safety in the construction sector, and also the evaluation of these.

Essentially, it is a decision tool that allows to unify criteria among those involved in the safety of a construction project, whether technical prevention, safety coordinator, etc, and value the consequences of the changes that has been introduced.

This model is very useful and helpful during the execution of building works, as it facilitates the assessment of risks from the control and verification of the shortcomings and deficiencies in different jobs. Thus, we seek to integrate health and safety measures and achieved a reduction of accidents in each of its stages: construction, useful life and reintegration.

Indicators and their quantification has been a fundamental aspect of the methodology. The need to develop a quantitative model operation required a limited number of indicators, without losing its predictive efficacy. These indicators help to complement the variable probability of occurrence of an accident, exposure or the severity of the worker who can become this. Thus, this methodology is characterized in making decisions due to its objectivity. They are based on the use of mathematical tools and statistics obtained from the analysis of official documentation related to accidents issued by the Authorities.

In addition, consistency is reflected in the regularity of the comparative results in comparison to other risk assessments. This aspect can be observed in contrast to the data obtained, between phases of the same work, and either among those that correspond to different works.

5. CONCLUSIONS

Aquesta nova metodologia d'avaluació de riscos s'ha creat com una eina de treball que té per objectiu facilitar als professionals de la prevenció la realització d'anàlisi de riscos de seguretat en el sector de la construcció, i també l'avaluació dels mateixos.

Eminentment és un instrument de decisió que permet unificar criteris entre els actors implicats en la seguretat d'un projecte constructiu, ja sigui el tècnic en prevenció, el coordinador de seguretat, etc., i valorar les conseqüències de les variacions introduïdes.

Aquest model és de gran utilitat durant l'execució d'obres d'edificació, ja que facilita l'avaluació de riscos a partir del control i la comprovació de les mancances i deficiències en els diferents llocs de treball. Així, es tracten d'integrar les mesures de seguretat i salut i aconseguir una disminució de l'accidentalitat en cadascuna de les seves etapes: construcció, vida útil i reintegració.

Un aspecte fonamental de la metodologia exposada ha estat la selecció dels indicadors i la seva quantificació. La necessitat de desenvolupar un model quantitatiu i operatiu requeria un limitat nombre d'indicadors, sense perdre en cap moment la seva eficàcia predictiva. Aquests indicadors ajuden a complementar les variables de probabilitat d'ocurrència d'un accident, l'exposició del treballador o la severitat que es pot esdevenir d'aquest. Així, aquesta metodologia es caracteritza per la seva objectivitat en la presa de decisions, ja que es fonamenta en la utilització d'eines matemàtiques i estadístiques obtingudes de l'anàlisi de la documentació oficial publicada per les autoritats competents en matèria de sinistralitat.

A més, la seva consistència es manifesta en la regularitat dels resultats obtinguts a la comparativa amb altres avaluacions de riscos. És observable en el contrast de les dades obtingudes, ja sigui entre fases d'una mateixa obra, com entre les que corresponen a diferents obres.

6. BIBLIOGRAFIA

- Almodóvar Molina, A. y Pinilla García, F.J., (2008), *VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Bestratén Bellové, M. y Pareja Malagón, F., (1993), *NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente*. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. INSHT. Ministerio de Trabajo.
- Camilo López, M.A., Fontaneda González, I. y Manzanedo del Campo, M.A., (2005), *Seguridad en la construcción: Modelo para la evaluación de la gravedad de los accidentes*. Universidad de Burgos.
- Castejón Vilella, E., (1995), *La evaluación de riesgos: Una reflexión*. Salud y Trabajo, Vol. 111-112, 4-10.
- Cortés, J.M., (2000), *Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales*. Tébar Flores. Madrid.
- DGPC, (1994), *Guía Técnica. Metodologías para el análisis de riesgos: Visión general*. Dirección General de Protección Civil. Ministerio de Justicia e Interior. Madrid.
- DGPC, (1994), *Guía Técnica. Métodos cualitativos para el análisis de riesgos: Visión general*. Dirección General de Protección Civil. Ministerio de Justicia e Interior. Madrid.
- DGPC, (1994), *Guía Técnica. Métodos cuantitativos para el análisis de riesgos: Visión general*. Dirección General de Protección Civil. Ministerio de Justicia e Interior. Madrid.
- Díaz Aramburu, C., de la Orden Rivera, M^a.V., de Vicente Abad, M^a.A. y González Través, C., (2009), *Informe sobre el sector de la construcción (Periodo 2003 – 2007). Evolución de la siniestralidad*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Coordinación de Información y Observatorio.
- Díaz Aramburu, C., de la Orden Rivera, M^a.V., de Vicente Abad, M^a.A. y González Través, C., (2009), *Informe sobre el sector de la construcción (Periodo 2003 – 2007). Anexo I*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Coordinación de Información y Observatorio.
- Díaz Aramburu, C., de la Orden Rivera, M^a.V., de Vicente Abad, M^a.A. y González Través, C., (2009), *Informe sobre el sector de la construcción (Periodo 2003 – 2007). Anexo II*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Coordinación de Información y Observatorio.
- España. Jefatura del Estado, (1995), *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales*. BOE nº 269.
- España. Ministerio de Trabajo e Inmigración, (2010), *Siniestralidad Laboral. Periodo enero 2009 – diciembre 2009*.
- Fernández, J.M., (1999), *Responsabilidades por riesgos laborales en la edificación*. Cívitas.
- Fine, W., (1971), *Mathematical Evaluation for Controlling Hazards*. Journal of Safety Research, Vol. 40, 157-166.
- Mutua Universal, (1997), *Método de evaluación de riesgos laborales de Mutua Universal*. Lex Nova. Valladolid.
- Piqué Ardanuy, T., (1993), *NTP 324: Cuestionario de chequeo para el control de riesgos de accidente*. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. INSHT. Ministerio de Trabajo.
- Rubio Romero, Juan Carlos, (2004), *Métodos de evaluación de riesgos laborales*. Díaz de Santos.

- Steel, C., (1990), *Risk estimation*. The Safety and Health Practitioner, Vol. Junio, 20-21.
- Strohm, P.F. y Opheim, G.F., (1993), *Mission – Oriented Risk Assessment*. Professional Safety. Vol. Junio, 38-43.

RECURSOS I DOCUMENTACIÓ ELECTRÒNICA

- Generalitat de Catalunya. Manual per a la identificació i avaluació de riscos laborals: <http://www20.gencat.cat>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: <http://www.insht.es>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Observatorio Estatal de Condiciones de Trabajo: <http://www.oect.es>

7. AGRAÏMENTS

Aquest Projecte de Fi de Grau no es podria haver materialitzat sense l'ajuda de diverses persones i organitzacions.

El treball es beneficia amb la feina prèvia de professionals del sector, publicada en llibres, revistes, diaris, butlletins, les i idees de les quals s'han usat per basar o il·lustrar conceptes.

Mereixen un agraïment especial :

- El nostre tutor, Jesús Abad Puente, per la seva orientació, col·laboració i dedicació mostrades durant la realització d'aquest projecte.
- Sr. Jordi Cabedo Montull, Cap del Departament de Qualitat, Medi Ambient i Seguretat de Núñez i Navarro, per la seva aportació documental.
- Sra. M^a Victoria de la Orden Rivera, Coordinadora de Información y Observatorio (INSHT), pel seu suport desinteressat durant l'elaboració d'aquest.

8. CONTINGUT DEL CD

En el contingut del CD es troben els següents documents, en format pdf:

- Memòria
- Resum
- Annexos

9. ANNEXOS

En aquest apartat s'adjunten tots els annexos utilitzats per la realització del PFG.

ANNEX I. SÍNTESI METODOLÒGICA	1
ANNEX II. TAULA TIPUS DE RISC	9
ANNEX III. TAULA HORARIA	12
ANNEX IV. TAULA TIPUS DE LESIÓ	14
ANNEX V. QUADRE COMPARATIU METODOLOGIES	17
ANNEX VI. PLA DE SEGURETAT OBRA N° 1	19
ANNEX VII. PLA DE SEGURETAT OBRA N° 2	26
ANNEX VIII. PLA DE SEGURETAT OBRA N° 3	31